

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA
MAXSUS TA`LIM VAZIRLIGI**

**BUXORO MUHANDISLIK – TEXNOLOGIYA
INSTITUTI**

GIDRAVLIKA

O`QUV – USLUBIY MAJMUA



Buxoro – 2018

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA
MAXSUS TA`LIM VAZIRLIGI**

**BUXORO MUHANDISLIK – TEXNOLOGIYA
INSTITUTI**

Ro'yxatga olindi:
№ _____
2018 y. “__” _____

“TASDIQLAYMAN”
O'quv ishlari bo'yicha prorektor
prof. Q.T.Olimov _____
“__” _____ 2018 yil.

GIDRAVLIKA

O`QUV – USLUBIY MAJMUA

Bilim sohasi:	300000	Ishlab chiqarish texnik soha
Talim sohasi:	320000	Ishlab chiqarishlar texnologiyasi
Talim yo'nalishi:	5310700	Elektrotexnikasi, elektr mexanikasi va elektrotexnologiyalar (mashinasozlik)

Buxoro – 2018

O'quv-uslubiy majmua O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligida № _____ raqam bilan ro'yxatga olingan va 201_ yil "___" _____ da _____-sonli buyruq bilan tasdiqlangan namunaviy fan dasturi asosida tuzilgan.

Tuzuvchilar:

Djumayev Z.F.-Bux.MTI, "Mashinasozlik texnologiyasi" kafedrası dotsenti, t.f.n.
Qalandarov N.O.- Bux MTI "Mashinasozlik texnologiyasi" kafedrası assistenti.

Тақризчилар:

Z.O.Shodiyev – Bux MTI "Mashinasozlik texnologiyasi" kafedrası dotsenti

X.M.Nuriddinov – TIQXMMI Buxor filiali "dotsenti

Ushbu o'quv uslubiy majmua "Mashinasozlik texnologiyasi" kafedrasining 2018 yil _____ -sonli majlisida muhokama qilingan va fakultet uslubiy kengashiga taqdim qilingan.

Kafedra mudiri: _____ dots. N.F. O'rinov

Ushbu o'quv uslubiy majmua "Muhandislik-qurilish" fakultetining 2018 yil _____ -sonli majlisida ko'rib chiqilgan va institut uslubiy kengashiga taqdim qilingan.

Fakultet dekani: _____ dots. SH.M. Muradov

O'quv uslubiy boshqarma boshlig'i: _____ dots. SH.M. Xojiyev

Mundarija

Ma'ruza mavzulari.....	5
Amaliy mashg'ulot topshiriq va misollari.....	144
Tajriba mashg'uloti mavzulari.....	172
Mustaqil ish mavzulari.....	269
Baholash mezonlari.....	263
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati.....	267
Ilovalar.....	269
Fan dasturi.....	270
Ishchi fan dasturi.....	279

Ma'ruza mavzulari

GIDRAVLIKANING O'RGANISH SOHASI VA TARIXI. SUYUQLIKLARNING MODELLARI HAQIDA.

REJA:

- 1.1. Gidravlikaning o'rganish sohasi.
- 1.2. Gidravlikaning qisqacha tarixi.
- 1.3. Suyuqliklar to'g'risida asosiy tushunchalar.
- 1.4. Suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlar.
- 1.5. Suyuqliklarning fizik xossalari.
- 1.6. Suyuqliklarda ishqalanish uchun N yuton qonuni, qovushoqlik.
- 1.7. Suyuqlik to'yingan bug'ining bosimi.
- 1.8. Gazlarning suyuqlikda erishi. Kavitatsiya hodisasi haqida tushuncha.
- 1.9. Ideal va real suyuqlik modellari.
- 1.10. Ideal gaz va uning asosiy qonunlari. (Boil-Mariot, Gey-Lyussak qonunlari)
- 1.11. Ideal gazlarning holat tenglamasi (Klapeyron tenglamasi)

1.1. Gidravlikaning o'rganish sohasi

Suyuqlik qonunlarini ikkita fan o'rganadi: ulardan birinchisi nazariy gidromexanika bo'lib, suyuqlik muvozanati va harakati qonunlarini aniq matematikaga asoslanib, ularni differentsial tenglamalar bilan ifodalash va uni yechishga asoslangandir. Ulardan ikkinchisi gidravlika bo'lib, u gidromexanikaning qonunlarini amaliy jihatdan o'rganib, uni texnikaning har xil sohalariga tadbqiq etish bilan shug'ullanadi.

Gidravlika o'z xulosalarini suyuqlik harakatining soddalashtirilgan sxemalarini qarash asosida chiqaradi va, odatda nazariy tenglamalarga empirik koeffitsientlar kiritib, ularni tajribalar o'tkazish yo'li bilan aniqlaydi. SHuningdek, gidravlika oqimning kesim bo'yicha o'rtacha tezligi va bosimning harakat davomida yo'lning biror nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga o'tganda qanday o'zgarib borishini tekshirish bilan qanoatlanadi. Keyinchalik gidravlika bilan gidromexanika fani o'zaro yaqinlashib, bir-birini to'ldiruvchi fanga aylandi. Bu narsa asrimiz boshida ijod etgan olim L. Prandtlning nomi bilan bog'liqdir.

Gidravlikaning tadbqiqi sifatida gidromashinalar, gidroyuritmalar, gidroyuritmalar bo'limi bo'lib, u suyuqliklarda kuchlarning tarqalishi va uning harakat davomida o'zgarib borish qonunlarini har xil qurilmalar va mashinalarni hisoblash hamda loyihalashga tadbqiq etish bilan shug'ullanadi.

Gidravlika shuningdek, gidrotexnika, irrigatsiya, suv ta'minoti va kanalizatsiya, neft mexanikasi, kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlari va mashinalari kabi bir qancha fanlarning asosi hisoblanadi.

Gidravlika va gidromashinalar fani asosan ikki bo'limga bo'lib o'rganiladi, ya'ni gidravlika qismida tomchisimon suyuqliklarning siqilmaydigan muvozanat holati va harakat qonunlari o'rganiladi; gidromashinalar qismida-gidravlik mashinalar tuzilishi, ishlashi, asosiy tavsiflari va hisob tenglamalari hamda ularni loyihalash va ishlatishning asosiy qonunlari o'rganiladi.

Bu fan talabalarga suyuqliklarni saqlashda, saqlagichlarni loyihalash va ishlatish, hamda ularni tashishda va quvurlar orqali jo'natishda, rezervuar va quvurlarni hisoblash va loyihalash, hamda nasos stantsiyalarini, kompressor stantsiyalarini loyihalash va ishlatishni o'rgatadi.

1.2. Gidravlikaning qisqacha tarixi.

Suv inson hayotida doimo katta rol o'ynab kelgan. Inson paydo bo'libdiki, daryo va ko'llardan uzatish tarmoqlari sifatida, qadimda esa suvni har xil maqsadlar uchun ishlatishgan.

Bir necha ming yil avval O'rta Osiyo, Xitoy, Misr, Vavilon, Rim va Gretsiyada ancha katta bo'lgan gidrotexnik inshootlar qurishgan. SHu paytlarda katta-katta kemalar, ko'priklar qurishgan. Ularni qoldiqlari shu kungacha yetib kelgan.

Ishlab chiqarish kuchlarini rivojlanishi bilan dalalarni suv bilan sun'iy sug'orish ishlari kengaya bordi, suv ta'minoti hamda suvdan energiya manbalari sifatida foydalanila bordi. O'rta Osiyoda ming yillar oldin qurilgan injener inshootlari shu kungacha yetib kelgan.

Masalan: Ashxoboddagi va SHohruddagi sug'orish inshootlari shular jumlasidandir.

Bizgacha yetib kelgan, gidravlikaga aloqador ilmiy ishlardan birinchisi Arximedning "Suzib yuruvchi jismlar haqida" asaridir. 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.Stivenning 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.N yutonning suyuqliklardagi ichki qarshiliklar qonuni 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.

XVIII-XIX asrlarda SHEzi, Darsh, Bussinesk, Veysbax va boshqa olimlarning ishlari hozirgi zamonda gidravlika deb ataluvchi amaliy fanning asosi bo'ldi.

Gidravlikanning taraqqiyotida rus olimlarining ham muhim hissasi bor. Ulardan Bernulli, L.Eyler, Rossiyada yashab ijod etganlar. N.P.Petrovning gidrodinamik sirpanish nazariyasi, N.E.Jukovskiyning gidromexanikadagi muhim ishlari va Quvurlardagi zarba nazariyasi, V.G.SHuxovning neft quvurlarini hisoblash bo'yicha ishlari, A.N.Krilovning kemalar nazariyasi, N.N.Pavlovskiyning suyuqliklarning fil tratsiya nazariyasi, L.S. Leybenzonning yer osti gidromexanikasi va boshqa ishlari dunyo faniga qo'shgan buyuk hissa bo'lib hisoblanadi.

Hozirgi zamon sanoati va texnikasida o'zbek olimi X.A.Raxmatulin asos solgan ko'p fazali muhitlar gidromexanikasi muhim ahamiyatga ega.

Insoniyat tarixida suyuqlik harakatini mexanik harakatga aylantirib beruvchi birinchi qurilma charxpalak bo'lib, uning O'rta Osiyo, Xindiston, Xitoy va Misrda bundan 3000 yillar avval sug'orish ishlarida va tegirmonlarda qo'llanganligi ma'lum. Birinchi nasos-porshenli nasos bo'lib, inson yoki xayvon kuchi bilan harakatga keltirilgan. Bu mashinalar Rossiyada qadimdan ma'lum edi. M.V.Lomonosov o'z asarlarida chuqur shaxtalardan suvni tortib olishda foydalanish maqsadida nasoslarning tuzilishi va konstruksiyalarini keltirgan. U bir qancha qurilmalarni charxpalak yordamida harakatga keltirish usullari ustida ishladi va amalga joriy etdi.

Keyinchalik (1765 y.) I.I. Polzunov tomonidan kashf qilingan bug' mashinasi porshenli nasoslarni harakatga keltirish uchun keng qo'llanila boshlandi. L.Eyler (1707-1783yy.) o'zining mashhur parrakli gidromashinalar nazariyasini yaratdi va parrakli gidromashinalarning ishini xarakterlovchi muhim munosabatlarni hosil qildi. Bu munosabatlar, 1835 y. A.A.Sablukov markazdan qochma nasosni kashf etgandan keyin, gidravlik trubinalar va markazdan qochma nasoslarni loyihalashda qo'llanila boshladi.

V.G.SHuxov neftni chuqur quduqlardan chiqarib olish uchun porshenli nasoslarning bir qancha konstruksiyalarini ishlab chiqdi. N.E.Jukovskiy va S.A.CHapliginlar qanotlarning suyuqlikdagi harakati nazariyasini yaratidilar. Bu nazariya keyinchalik parraklarni va yo'naltiruvchi qurilmalarni loyihalashda asos bo'lib xizmat qildi, turbina va nasoslar tuzilishidagi muhim taraqqiyotlarga yo'l ochib berdi. I.I.Kukolevskiyning dinamik o'xshashlik qonunlarini markazdan qochma nasoslarni loyihalashda qo'llashi nasoslar qurilishi bo'yicha laboratoriya tajribalarini ilmiy asosga qo'ydi.

Gidromashinalar kabi gidrouzatmalarning ham ayrim qismlari qadim zamonlardan beri qo'llanilib kelingan, lekin ularning hozirgi zamon tushunchasida (ya'ni bir necha qurilmalar kompleksda) qo'llanishi yaqin vaqtlarda boshlandi. 1888 yil Rossiyada metallurgiya zavodi injenerlari gidrouzatmalardan foydalanganliklari ma'lum. 1907 yildan boshlab dengiz flotida gidrouzatmalar (gidrotransformator va gidromuftalar) qo'llanila boshladi.

1.3. Suyuqliklar to'g'risida asosiy tushunchalar.

Juda kichik miqdordagi kuchlar ta'sirida o'z shaklini o'zgartiruvchi fizik jismlar **suyuqliklar** deb ataladi. Ular qattiq jismlardan o'z zarrachalarining juda harakatchanligi bilan ajralib turadi va oquvchanlik hususiyatiga ega bo'ladi. SHuning uchun ular qaysi idishga quyilsa, o'shaning shaklini oladi.

Gidravlikada suyuqliklar ikki gruppaga: **tomchilanuvchi** (kapel nie) **suyuqliklarga** va **gazsimon suyuqliklarga** ajraladi. Suyuqlik deganda tom-chilanuvchi suyuqlikni tushunishga odatlanilgan bo'lib, ular suv, spirt, neft, simob, turli moylar va tabiatda hamda texnikada uchrab turuvchi boshqa har xil suyuqliklardir. Tomchilanuvchi suyuqliklar bir qancha xususiyatlarga ega:

- 1) hajmi bosim ta'sirida juda kam o'zgaradi va siqilishga qarshiligi juda katta;
- 2) harorat o'zgarishi bilan hajmi oz miqdorda o'zgaradi;
- 3) cho'zuvchi kuchlarga deyarli qarshilik ko'rsatmaydi;
- 4) sirtida molekulalararo o'zaro qovushoqlik kuchi yuzaga keladi va u sirt taranglik kuchini vujudga keltiradi.

Tomchilanuvchi suyuqliklarning boshqa xususiyatlari to'g'risida keyinchalik yana to'xtalib o'tamiz.

Gazlar tomchilanuvchi suyuqliklardagiga nisbatan ham tezroq harakatlanuvchi zarrachalardan tashkil topgan bo'lib, ular bosim va tem-peratura ta'sirida o'z hajmini tez o'zgartiradi. Ularda cho'zuvchi kuchga qarshilik va qovushoqlik kuchi tomchilanuvchi suyuqliklarga nisbatan juda ham kam. Gazlar bilan gaz dinamikasi, termodinamika va aero-dinamika fanlari shug'ullanadi.

Gidravlika kursi asosan tomchilanuvchi suyuqliklar bilan shug'ul-lanadi. SHuning uchun uni bundan buyon to'g'ridan – to'g'ri suyuqlik deb atayveramiz.

Suyuqliklar tutash jismlar qatoriga kiradi va muvozanat hamda ha-rakat hollarida doimo qattiq jismlar (suyuqlik solingan idish tubi va devorlari, Quvur va kanallarning devorlari va boshqalar) bilan chega-ralangan bo'ladi. Suyuqliklar gazlar (havo) bilan ham ma'lum chegara bo'yicha ajralishi mumkin. Bu chegara erkin sirt (svobodnaya poverxnost) deb ataladi.

Suyuqliklar siljitivchi kuchlarga sezilarli darajada qarshilik ko'rsatadi va bu qarshilik ichki kuchlar sifatida namoyon bo'ladi. Ularni aniqlash suyuqliklar harakatini tekshirishda muhim ahamiyatga egadir.

1.4. Suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlar.

Odatda suyuqlikka ikki turdagi tashqi kuchlar: **sirtqi** va **massali kuchlar** ta'sir qiladi. Masalan, sirtli kuchdan bosim kuchi bo'lib, u suyuqlik hajmi sirtiga qo'yilgan va shu yuzaga proporsionaldir. Massali kuchlar suyuqlikni tashkil qiluvchi har bir zarracha massasiga proporsionaldir. Bu kuchlar qatoriga og'irlik, inertsia va shunga o'xshaganlar kiradi.

Suyuqlik tinch holatda bo'lganda, unda qovushqoqlik kuchi bo'lmaydi. SHu sabali bu holda suyuqlik ideal suyuqlik xususiyatlariga ega bo'ladi va gidrostatika masalalari ideal suyuqlik deb qarab olingan yechimlari katta aniqlikda bo'ladi. Tinch holatdagi suyuqlik ichida paydo bo'lgan siquvchi kuchlanish **gidrostatik bosim** yoki **gidrostatik bosim kuchlanishi** deb ataladi.

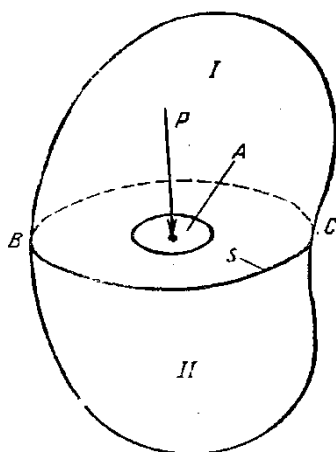
Endi gidrostatik bosim tushunchasi bilan bog'liq bo'lgan asosiy qoidalarini o'rganamiz. Bu uchun muvozanatda turgan qanaqadir hajmdagi suyuq jism olamiz. (1.1-rasm)

Olingan hajmdagi suyuqlikni VS tekislik bilan ikki qismga bo'lamiz. SHu bo'lingan birinchi I qism VS bo'luvchi tekislik orqali II-qismga ta'sir qiladi. Bo'luvchi tekislik yuzasini S deb belgilaymiz. Fikran birinchi qismni tashlab yuboramiz. qolgan II-qism muvozanatda bo'lishi uchun tashlab yuborilgan I-qism o'rnini gidrostatik bosim kuchi deb ataluvchi va shu S yuzaga ta'sir qiluvchi P kuch bilan almashtiramiz.

Qaralayotgan S yuzaga ta'sir qiluvchi R kuch gidrostatik bosim kuchi yoki qisqacha **gidrostatik kuch** deyiladi. R kuch II-qismga nisbatan tashqi kuch, butun hajmga nisbatan esa ichki kuch hisoblanadi. R kuchning S yuzaga nisbati bu yuzaning birlik miqdoriga ta'sir qiluvchi kuchni beradi va o'rtacha **gidrostatik bosim** deb ataladi:

$$P_{\text{yp}} = \frac{P}{S}, \quad (1.1)$$

Agar S yuzani kichraytirib borib, nuqtaga intiltirsak ($S \rightarrow 0$), $R_{o'r}$ biror chegaraviy qiymatga intiladi.



1.1-rasm. Suyuqliklarda bosim tushunchasiga doir chizma.

$$p = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{P}{S}. \quad (1.2)$$

Bu qiymat A nuqtaga ta'sir qilayotgan bosimni beradi va u **gidrostatik bosim** deb ataladi. Umumiy holda gidrostatik bosim R bilan o'rtacha gidrostatik bosim $R_{o'rt}$ teng emas. Gidrostatik bosim ($\frac{H}{m^2}$) bilan o'lchanadi.

1.5. Suyuqliklarning fizik xossalari.

1. Solishtirma og'irlik. Hajm birligidagi modda og'irligi suyuqliklarning **solishtirma og'irligi** deb ataladi va grekcha γ harfi bilan belgilanadi.

$$\gamma = \frac{G}{V}, \quad (1.3)$$

Bu yerda V – suyuqlik hajmi (birligi m^3), G – og'irligi (birligi N). Solishtirma og'irlikning o'lchov birligi SI sistemasida:

$$[\gamma] = \frac{[G]}{[V]} = \frac{H}{m^3},$$

texnik sistemasida esa $\frac{K\Gamma}{m^3}$ bo'lib, ular o'zaro qo'yidagicha bog'langan:

$$1 \frac{K\Gamma}{m^3} = 9,80665 \frac{H}{m^3},$$

Solishtirma og'irlik hajmi **ariometr** bilan o'lchanadi. Solishtirma og'irlik bosimga va temperaturaga bog'liq bo'lib, ular o'rtasidagi munosabat ideal gazlar uchun quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$\frac{p}{\gamma} = RT, \quad (1.4)$$

bu yerda: P - bosim ($\frac{H}{m^2}$) absolyut temperatura, R — gaz doimiysi

$$(R_{havo} = 287 \frac{K}{K\Gamma \cdot zpad}, R_{metan} = 518 \frac{K}{K\Gamma \cdot zpad},)$$

Suyuqlik solishtirma og'irligining 4^0S dagi suvning solishtirma og'irligiga nisbati uning nisbiy solishtirma og'irligi bo'ladi.

2. Solishtirma hajm. Suyuqlikning og'irlik birligiga to'g'ri kelgan hajmi suyuqliklarning **solishtirma hajmi** deyiladi va hajmni og'irlikka bo'lish yo'li bilan aniqlanadi:

$$\nu = \frac{V}{G} \quad (1.5)$$

(1.1) va (1.3) formulalardan ko'rinib turibdiki,

$$\gamma \cdot \nu = 1 \text{ yoki } \nu = \frac{1}{\gamma}$$

Solishtirma hajmning o'lchov birligi SI sistemasida:

$$[\nu] = \frac{[V]}{[G]} = \frac{m^3}{H}.$$

Solishtirma hajm ham solishtirma og'irlik kabi bosim va haroratga bog'liq:

$$p\nu = RT \quad (1.6)$$

3. Zichlik. Suyuqlikning hajm birligiga to'g'ri kelgan tinch holatdagi massasi **suyuqlikning zichligi** deyiladi.

$$\rho = \frac{M}{V}, \quad (1.7)$$

bunda M — suyuqlikning massasi (birligi $\frac{H \cdot c^2}{m}$)

Zichlikning o'lchov birligi quyidagicha aniqlanadi:

$$[\rho] = \frac{M}{L^3} = \frac{H \cdot c^2}{m^4}.$$

Zichlik haroratga bog'liq bo'lib, odatda, harorat ortishi bilan kamayadi. Zichlik bilan solishtirma og'irlik o'zaro quyidagicha bog'langan

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \quad (1.8)$$

4. Suyuqliklarning issiqlikdan kengayishi. Zichlik issiqlik o'zgarishi bilan o'zgarib boradi. Demak, issiqlik o'zgarishi bilan hajm ham o'zgaradi. Suyuqliklarning bu xususiyatlaridan gidravlik mashinalarni hisoblashda va turli masalalarni hal etishda foydalaniladi.

Suyuqliklarning hajmiy kengayishini ifodalash uchun hajmiy kengayish temperatura koeffitsienti degan tushuncha kiritiladi va u β_t bilan belgilanadi. Birlik hajmdagi suyuqlikning temperaturasi $1^\circ S$ ga oshgandagi kengaygan miqdoriga uning hajmiy kengayish temperatura koeffitsienti deyiladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$\beta_t = \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta t}, \quad (1.9)$$

bunda $\Delta V = V - V_c$ qizdirilgandan keyingi va boshlang'ich hajmlar farqi; $\Delta t = t - t_0$ - temperaturalar farqi;

$$[\beta_t] = \frac{1}{\text{grad}};$$

β_t juda kichik miqdor bo'lib, u suv uchun $t = 20^\circ S$ da $\beta_t = 2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{grad}}$, mineral moylar uchun $\beta_t = 7 \cdot 10^{-4} \cdot 1/\text{grad}$; simob uchun $\beta_t = 18 \cdot 10^{-5} \cdot 1/\text{grad}$.

5. Suyuqliklarning siqilishi. Texnikada va tabiatda bosim juda katta bo'lgan xollar uchraydi. Bunda suyuqliklarning umumiy hajmi katta bo'lsa, hajmning o'zgarishi sezilarli miqdorga ega bo'ladi va u hisobga olinadi.

Suyuqliklarning siqilishini hisoblashda hajmiy siqilish koeffitsienti degan tushuncha kiritiladi va u β_p bilan belgilanadi. Bosimni bir birlikka oshirganda suyuqlikning hajm birligida kamaygan miqdori hajmiy siqilish koeffitsienti deyiladi va u quyidagi formula bilan hisoblanadi.

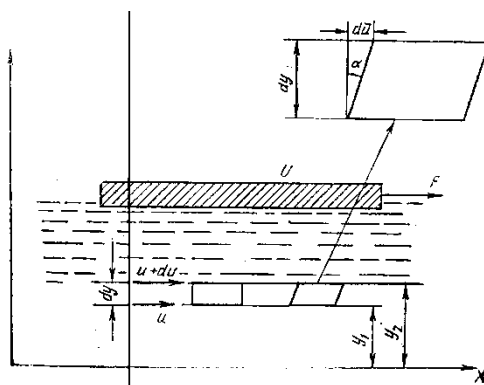
$$\beta_p = -\frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta p}, \quad (1.10)$$

bunda $\Delta p = p - p_0$ - o'zgargan va boshlang'ich bosimlar farqi; β_r ham β_t kabi juda kichik miqdor bo'lib, suv uchun $t = 20^\circ S$ da $\beta_r = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{MN}$ ($\text{MN} - \text{megan yuton} = 10^6 \text{ N} \approx 10 \text{ at}$), mineral moylar uchun $\beta_r = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{MN}$; shuning uchun ko'p hollarda siqilishni hisobga olinmaydi.

1.6. Suyuqlikda ichki ishqalanish haqida Nyuton gipotezasi.

Suyuqlikni yuzasi katta bo'lgan idishga solib, uning yuziga biror plastinka qo'ysak va bir plastinkani ma'lum bir kuch bilan torta boshlasak, suyuqlik zarrachalari plastinka sirtiga yopishishi natijasida harakatga keladi (1.2-rasm). Agar plastinkaning F kuch ta'sirida olgan tezligi U bo'lsa, u bilan yonma-yon turgan zarrachalar ham U tezlikka ega bo'ladi.

Suyuqlikning qalinligi bo'yicha bir qancha yupqa qatlamlar bor deb faraz qilsak, u plastinkadan pastki devorga tomon kamayib boradi. Harakat ixtiyoriy qatlamda uning ustida joylashgan boshqa qatlam zarrachalari orqali beriladi. Bu harakat suyuqlik qatlamlarining deformatsiyalanishiga olib keladi.



1.2-rasm. qovushoqlik tushunchasiga doir chizma

Agar suyuqlik ichida pastki sirti idishning asosidan u_1 masofada, ustki sirti esa u_2 masofada bo'lgan suyuqlik qatlamini ko'z oldimizga keltirsak, yuqoridagi muloxazalarga asosan uning pastki sirtida tezlik u_1 , yuqori sirtida esa u_2 bo'ladi. SHunday qilib, olingan qatlamning qalinligi $\Delta u = u_2 - u_1$ bo'yicha suyuqlik tezligi $u_2 - u_1 = \Delta u$ miqdorga o'zgaradi ya'ni qatlamning yuqorigi sirti pastki sirtiga nisbatan siljiydi va qatlam 1.2-rasmdagi shaklda ko'rsatilgandek deformatsiyalanadi. Siljish burchagini α deb belgilasak, siljish kattaligi $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta u}{\Delta y}$ bo'ladi. qatlam qalinligini cheksiz kichraytirib,

differentzial belgilashga o'tsak, u holda yuqoridagi nisbat tezlik gradienti $\frac{du}{dy}$ ni beradi.

Suyuqlik sirtidagi plastinkaga qo'yilgan kuch qancha katta bo'lsa, siljish shuncha ko'p bo'ladi. Bu esa qo'yilgan kuch bilan tezlik gradienti orasidagi bog'lanishni ko'rsatadi. SHunday qilib, suyuqliklardagi ichki ishqalanish kuchi tezlik gradientiga bog'liq.

1686 yili I.N yuton ana shu bog'lanishni chiziqli bog'lanishdan iborat degan gipotezani oldinga surdi. Bu gipotezaga asosan, suyuqlikning ikki harakatlanuvchi qatlamlari orasidagi ishqalanish kuchi F qatlamlarning tegib turgan sirti S va tezlik gradienti $\frac{\Delta u}{\Delta y}$ ga proporsional, ya'ni

$$F = \pm \mu S \frac{du}{dy} \quad (1.11)$$

Proportsionallik koeffitsienti μ dinamik qovushqoqlik deb ataladi. Hisoblash ishlarini osonlashtirish uchun ishqalanish kuchining birlik yuzaga to'g'ri kelgan kattaligi

yoki ishqalanish kuchidan hosil bo'lgan **urinma zo'riqish** deb atalgan kattalikka o'tish zarur bo'ladi. Bu kattalik grekcha τ harfi bilan belgilanadi.

$$\tau = \frac{F}{S} = \pm \mu \frac{\Delta u}{\Delta y} \quad (1.12)$$

bunda musbat va manfiy ishora tezlik gradienti yo'nalishiga qarab tanlanadi.

Suyuqlik to'yingan bug'ining bosimi.

Suyuqlikning berilgan haroratda erkin bug'lanishi yopiq idishdagi bo'shliqni to'yinish holatigacha to'ldirish uchun kerak bo'ladigan bosim **suyuqlik to'yingan bug'ning bosimi** deyiladi.

SHunga asosan suyuqlik to'yingan bug'ning bosimi bug'ning yopiq idish ichida suyuqlik bilan muvozanatlashgan holatiga tegishli barqarorlashgan bosimdir. Bu bosim suyuqliklardan yuqori haroratda foydalanish mumkinligini va ularning turli gidravlik qurilmalar, gidrosistemalardagi kavitatsiya xossasini aniqlash uchun foydalaniladi. Suyuqliklarning bug'lanishi sirt bo'yicha ham, uning butun xajmi bo'yicha bug' pufakchalari hosil bo'lishi (qaynashi) yo'li bilan ham yuz berishi mumkin. Bunda ikkinchi hol, xoxlagan haroratda yuz beradigan sirt bo'yicha bug'lanishdan farqli ravishda, faqat ma'lum haroratda, ya'ni to'yingan bug' bosimi suyuqlik sirtidagi bosimga teng bo'ladigan haroratda yuz beradi. Bosim ortishi bilan qaynash harorati ortadi, kamayishida esa kamayadi.

Bir jinsli suyuqliklarda to'yingan bug' bosimi har bir harorat uchun bir xil miqdorga ega bo'ladi, suyuqlik va bug'ning miqdori nisbatiga bog'liq bo'lmaydi.

Suyuqlik aralashmalaridan esa suyuqlikning tarkibidagi turli molekulalar o'zaro ta'siri bug'lanishni qiyinlashtiradi. Bu holda aralashma bug'larida yengil bug'lanuvchi suyuqlik bug'larining nisbati, uning ayrim holatidagi bug'lariga qaraganda ko'proq bo'ladi. Bu holda umumiy bug' bosimi partsial bug' bosimlar yig'indisiga teng.

SHunday qilib, aralashmalar bug'langanda suyuq fazoda yengil komponent kamayib boradi, ya'ni yengil komponent suyuq fazadagiga nisbatan bug' fazada ko'proq nisbatda bo'ladi.

1.7. Gazlarning suyuqlikda erishi. Kavitatsiya hodisasi haqida tushuncha.

Tabiatda va texnikada suyuqlik unda havoning tarkibidagi gazlar oz miqdorda erigan holda uchraydi. Bosim ortishi yoki harorat kamayishi bilan erigan gazlar miqdori ortadi va aksincha, bosim kamayganda yoki harorat ortganda ularning miqdori kamayadi. SHuning uchun bosim kamayishi yoki harorat ortishi bilan suyuqlikdagi erigan gazlarning bir qismi ajralib chiqib, pufakchalar hosil qiladi, ya'ni yuqorida aytilganga ko'ra bosim kamayganda suv ham bug'lanadi, lekin yengil komponent sifatida erigan gazlar tezrok ajralib chiqib, pufakchalar hosil qiladi. Boshqacha aytganda-bu holat suyuqlikdagi bosimning undagi gazning to'yingan bug'lari bosimiga teng bo'lganda vujudga keladi. Gaz pufakchalari paydo bo'lishi bilan suyuqlikning tutashligi buziladi va tutash muhitlarga ta'luqli qonunlar o'z kuchini yo'qotadi. Bu hodisa **kavitatsiya** deyiladi. Pufakchalar suyuqlik ichida past haroratli yoki yuqori bosimli sohalar tomonga qarab harakat qiladi. Agar u yetarli darajada bosimga ega bo'lgan sohaga kelib qolsa, yana erib ketadi (agar bug' bo'lsa kondensatsiyalanadi). Erigan gaz o'rniga paydo bo'lgan bo'shliqqa suyuqlik zarrachalari intiladi va bo'shliq keskin yopiladi. Bu esa hozirgina bo'shliq bo'lgan yerda gidravlik zarbani vujudga keltiradi va natijada bu yerda bosim keskin ortib, harorat keskin kamayadi.

Bunday gidravlik zarba va uni vujudga keltirgan kavitatsiya hodisasi Quvur devorlari va mashinalarning suyuqlik harakat qiluvchi qismlarining buzilishiga olib keladi.

1.9. Ideal va real suyuqlik modellari.

Suyuqliklarning harakati tekshirilganda, odatda hamma kuchlarni hisobga olib bo'lmagani uchun, ularning suyuqlik muvozanati yoki harakati holatiga ta'siri katta bo'lganlarini saqlab qolib, ta'siri kichiklarini tashlab yuboramiz. SHu usul bilan suyuqliklar uchun ideal va real suyuqliklar modeli tuziladi. Bunday soddalashtirishlar esa suyuqliklarning fizik xossalariga chegara qo'yadi va bu suyuqliklar ideal suyuqliklar deyiladi. Ideal suyuqliklar absolyut siqilmaydigan, issiqlikdan hajmi o'zgarmaydigan, cho'zuvchi va siljituvchi kuchlarga qarshilik ko'rsatmaydigan absolyut tushunchadagi suyuqliklardir.

Real suyuqliklarda esa yuqorida aytilgan xossalar mavjud bo'lib, odatda siqilishi, issiqlikdan kengayishi va hajm o'zgarishi juda kichik miqdorga ega. SHuning uchun bu soddalashtirishlar hisoblashda unchalik ko'p xato bermaydi. Ideal suyuqliklarning real suyuqliklardan katta farq qilishga olib keladigan asosiy sabab bu-siljituvchi kuchga qarshilik ko'rsatish xossasi, ya'ni ichki ishqalanish kuchi bo'lib, uning bu xususiyatini qovushoqlik degan tushuncha orqali ifodalanadi. SHunga asosan ideal suyuqliklarni **noqovushoq** (nevyazkiy), real suyuqliklarni esa **qovushoq suyuqlik** deyiladi.

1.10. Ideal gaz va uning asosiy qonunlari (Boyl-Mariott, Gey-Lyussak qonunlari)

Molyar-kinetik nazariyada gazlar ideallashtirilgan holda-ideal gaz ko'rinishida qaraladi. Gazlarda ularni tashkil qiluvchi molekulalar orasida o'zaro taranglik kuchi yo'q bo'lsa, unday gazlar ideal gaz deyiladi. Mavjud gazlar uncha past bo'lmagan harorat va kerakli kichik bosimda o'z xususiyatlariga ko'ra ideal gazga juda yaqindir. Masalan, geliy gazni uy haroratida va atmosfera bosimida ideal gaz qonunlariga taqriban to'liq bo'ysunadi. Izotermik jarayonda ideal gaz Boyl-Mariott qonuniga bo'ysunadi: gazni berilgan massasi uchun o'zgarmas harorat uchun gaz hajmini bosimiga ko'paytmasi o'zgarmasdir.

$$pV = \text{const}$$

Ideal gaz **izobara** jarayonida Gey-Lyussak qonuniga bo'ysunadi: o'zgarmas bosimda berilgan gaz massasining hajmi uning termodinamik haroratiga to'g'ri proporsionaldir;

$$\text{ya'ni } V = V_0 (1 = \alpha_v t) \text{ yoki } V = \alpha_v V_0 T = \frac{V_0 T}{T_0}$$

Bu yerda: V_0 - ideal gazni $T_0 = 273,16 \text{ K}$ haroratdagi hajmi.

$$\left(\alpha = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{273,16 \text{ K}} \right) \text{ -hajmiy kengayishni termik koeffitsienti, bu hamma}$$

ideal gazlar uchun o'zgarmasdir .

1.11. Ideal gazlarni holat tenglamasi (Klayperon tenglamasi)

Ideal gazni bir moli uchun holat tenglamasi $PV_\mu = RT$ yoki $\left(p = \frac{\rho}{RT} \right)$ ko'rinishga egadir. Bu yerda: P , V_μ , T bosim, molyar hajm va termodinamik temperatura. R -gaz o'zgarmasi. Bu Klayperon tenglamasi gazni zichligini uni bosimi va temperaturasi ma'lum bo'lganda topishni ifodalaydi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Gidravlika nimani o'rganadi.
2. Gidravlika fanining kelib chiqishi va uning tarixi.
3. Bosim tushunchasi.
4. Suyuqliklarga ta'sir qiluvchi kuchlar.
5. Suyuqliklarda solishtirma og'irlik, solishtirma hajm.
6. Suyuqliklarda zichlik.
7. Suyuqliklarning issiqliklardan kengayishi.
8. Suyuqliklarning siqilishi.
9. Suyuqliklarda qovushoqlik.
10. Suyuqlik to'yingan bug'ining bosimini tushuntiring.
11. Kavitatsiya hodisasini tushuntiring.
12. Gazlarni suyuqlikda erishini tushuntiring.
13. Kanaqa suyuqlik ideal suyuqlik deyiladi?
14. Real suyuqlikni tushuntiring.

TAYANCH IBORALAR:

Bosim, bug' mashinasi, buldozirlar, gazsimon, gidravlika, gidromashinalar, gidromexanika, gidromufta, gidrotexnika, gidrotransformator, gidrouzatmalar, gidroyuritmalar, ideal suyuqlik, inertsiya, irrigatsiya, qarshilik, qattiq jismlar tashqi kuchlar, qovushoqlik kuchi, quvurlar, qurilmalar, kuchlar, massali kuch, mashinalar, muvozanat, nasos, neft mexanikasi, neft, og'irlik, oquvchanlik, porshenli nasos

GIDROSTATIKA

REJA:

- 2.1. Tinch turgan suyuqlikdagi bosimning xossalari.
- 2.2. Suyuqliklar muvozanatining Eyler differentsial tenglamasi.
- 2.3. Bosimi teng sirtlar. Erkin sirt.
- 2.4. Eyler tenglamasining integrallari. Suyuqlikning nisbiy muvozanati.
 - 2.4.1. Suyuqlik solingan idishning vertikal bo'yicha o'zgarma tezlanishli harakati.
 - 2.4.2. Suyuqlik solingan idishning gorizontal bo'yicha o'zgarma tezlanishli harakat.
 - 2.4.3. Suyuqlik solingan idishning uz uki atrofida tekis aylanishi.
- 2.5. Gidrostatikaning asosiy tenglamasi.
- 2.6. Absolyut manometrik vakuummetrik va atmosfera bosimlari.
- 2.7. Bosim o'lchash asboblari.

2.1. Tinch turgan suyuqlikdagi bosimning xossalari.

Tinch turgan suyuqlikdagi bosim ya'ni gidrostatik bosim ikkita asosiy xossaga ega: birinchi xossa-gidrostatik bosim o'zi ta'sir qilayotgan yuzaga normal bo'yicha yo'naladi.

ikkinchi xossa-gidrostatik bosim, u ta'sir qilayotgan nuqtada hamma yo'nalishlar bo'yicha bir xil qiymatga ega.

2.2. Suyuqliklar muvozanatining Eyler differentsial tenglamasi.

Gidravlikaning suyuqliklar muvozanat qonunlarini o'rganuvchi bo'lim **gidrostatika** deb ataladi. Odatda suyuqliklar muvozanat holatda bo'lganda uning ayrim bo'laklarining boshqa bo'laklarga bo'lgan ta'siri, suyuqlik saqlanayotgan idish devorlariga va unga botirilgan jismga ta'siri bosim orqali ifodalanadi. Muvozanat holatidagi suyuqliklarga bosim va og'irlik kuchi ta'sir qiladi. Bosim suyuqlik egallagan hajmning har xil nuqtasida har xil qiymatga ega. SHuning uchun bosimning koordinata o'qlari x, y, z larning funktsiyasi deb qarash kerak. Og'irlik kuchining proektsiyalari esa $\rho X dV$; $\rho Y dV$; $\rho Z dV$ bo'lsa, u suyuqlik muvozanatda bo'lishi uchun shu ta'sir qilayotgan kuchlarning har biri x, y, z o'qlari bo'yicha yo'nalgan proektsiyalari yig'indisi nol ga teng bo'lishi shartidan quyidagi tenglamalar sistemasini olamiz.

$$\begin{aligned}\frac{\partial \rho}{\partial x} &= \rho X \\ \frac{\partial \rho}{\partial y} &= \rho Y \\ \frac{\partial \rho}{\partial z} &= \rho Z \quad (2.1)\end{aligned}$$

Bu tenglamalar sistemasidan ko'rinib turibdiki, gidrostatik bosimning biror koordinata o'qdagi o'zgarishi zichlikning birlik og'irlik kuchining shu o'q yo'nalishidagi proektsiyasiga ko'paytmasiga teng ekan, ya'ni muvozanatdagi suyuqliklarda bosimning o'zgarishi massa kuchlariga bog'liq. Bu tenglamalar sistemasi suyuqliklar muvozanat holatining umumiy differentsial tenglamasidir. Bu tenglamani 1755 yilda L. Eyler chiqargan.

2.3. Bosimi teng sirtlar. Erkin sirt.

Eyler tenglamalarini integrallash uchun uni qulay shaklga keltirishda (2.1) ning har bir tenglamasini mos ravishda dx, dy, dz larga o'zaro ko'paytirib va ularni xadma xad qo'shib quyidagi tenglamani olamiz.

$$dp = \rho(Xdx + Ydy + Zdz) \quad (2.2)$$

Hosil bo'lgan tenglama bosimning suyuqlik turiga va fazoning nuqtalari koordinatalariga bog'liqligini ko'rsatadi, hamda bosimning ixtiyoriy nuqtadagi miqdorini topishga yordam beradi. Bu tenglama tomchilανuvchi suyuqliklar uchun ham, gazlar uchun ham o'rinli bo'lib, gazlar uchun qo'llanganda gaz holati tenglamalari bilan birgalikda ishlatiladi. (2.2) dan hamma nuqtalarida bir xil bosimga ega bo'lgan ($p = \text{const}$) sirtlarni topish mumkin. Bunday sirtlar bosimi teng sirtlar deb ataladi va u

$$Xdx + Ydy + Zdz = 0 \quad (2.3)$$

tenglama bilan yoziladi. Bosimi teng sirtlar xususiy holda suyuqlikning **erkin sirti** deyiladi. Suyuqlikni devor bilan chegaralanmagan sirti erkin sirt bo'ladi.

2.4. Eyler tenglamasining integrallari. Suyuqlikni nisbiy muvozanati

Suyuqlikni nisbiy muvozanati deb, shu suyuqlikni tashkil qiluvchi zarrachalarini holatini harakatlanayotgan idish devorlariga nisbatan o'zgarmay qolish holatiga aytiladi. Nisbiy muvozanatda ikki masala: bosimi bir xil (o'zgarmas) bo'lgan sirt shaklini aniqlash va bosimni tarqalish xarakterini topish.

Suyuqlik solingan idishni murakkab harakati umuman olganda uchta oddiy harakatlar yig'indisidan iborat bo'ladi: vertikal va gorizontal bo'yicha ilgarilanma va aylanma.

2.4.1. Suyuqlik solingan idishning vertikal bo'yicha o'zgarmas tezlanishli harakat

Nisbiy muvozanatdagi suyuqlikda teng bosimlar sirti shaklini topish uchun gidrostatikaning asosiy differentsial tenglamasi (suyuqlik muvozanati uchun) dan

$$dr = (Xdx + Ydy + Zdz)$$

$P=const$ desak, $dr = 0$ bo'ladi va $\rho = 0$ bo'lmaganligi uchun

$$Xdx + Ydy + Zdz = 0$$

bo'ladi.

Birlik massadagi hajmiy kuchlarni koordinatalardagi proektsiyasi $X=0$; $Y=0$; $Z=-q \pm a$. "-" belgisi rezervuarni teng tezlanishli ko'tarilishiga, "+" belgisi esa teng tezlanishli pastga tushishiga to'g'ri keladi.

Teng sirt tenglamasini tuzamiz

$$(-q \pm a) dz = 0$$

bu yerda agar $a = q$ bo'lsa, $(-q \pm a) = 0$ bo'lganligi uchun $dz = 0$ bo'lishi kerak. Bunda $z = const$ kelib chiqadi. Bu tenglik, suyuqlik solingan rezervuarni teng tezlanishli harakatida teng bosimlar sirti gorizont tekislikdan iborat ekanligini ko'rsatadi.

SHu hol uchun bosimni taqsimlanish xarakteri gidrostatikaning asosiy tenglamasidan topiladi.

$$dr = \rho(Xdx + Ydy + Zdz) = \rho(-q \pm a) dz$$

integrallasak,

$$r = \rho(-q \pm a)z + C.$$

Integral doimiysi S ni $z = z_0$ da $r = r_0$ bo'lishidan topamiz.

$$r_0 - \rho(-q \pm a) z_0 = C.$$

o'rniga qo'ysak

$$p = p_0 = \rho g \left(1 + \frac{a}{g} \right) (z - z_0) \quad (2.4)$$

Bu tenglama, rezervuarni suyuqlik bilan birgalikdagi o'zgarmas tezlanishli vertikal bo'yicha harakatida bosim tarqalishi chiziqli qonunga bo'ysunishini ko'rsatadi.

2.4.2. Suyuqlik to'ldirilgan idishni gorizont bo'yicha o'zgarmas tezlanishli harakati

Bu holda proektsiyalar $X = -a$; $Y=0$; $Z = -q$; bo'ladi. Teng bosimlar sirti quyidagicha topiladi:

$$(-adx - qdz) = 0$$

Integrallasdan keyin $ax + qz = const$ yoki $z = \frac{(const - ax)}{q} = \frac{const - ax}{q}$

Bundan ko'rinadiki, teng bosimlar sirti shunday tekislik bo'lib, uni gorizont tekislikka nisbatan og'ish burchagi $-\frac{\alpha}{q}$ burchak koeffitsient bilan aniqlanadi.

Bosimni tarqalish qonunini esa gidrostatikaning asosiy differentsial tenglamasini integrallab olinadi. Bu yerda proektsiyalar,

$X = -a$; $Y = 0$; $Z = -q$; $x = q x_0$, $z = z_0$ da $r = r_0$ ekanligidan

$$r = r_0 + (a(x - x_0) + (q(z - z_0))) \quad (2.5)$$

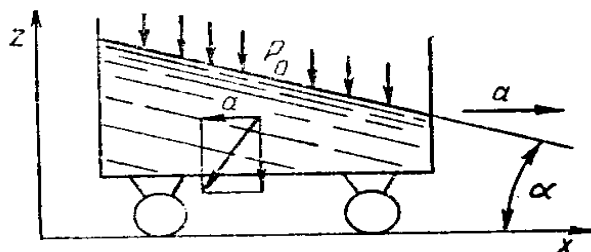
olamiz.

Bu tenglama shuni ko'rsatadiki, agar suyuqlik solingan rezervuar a o'zgarmas tezlanishi bilan gorizont bo'yicha harakatda bo'lganda bosim tarqalishi, xohlagan

belgilangan ($x = x_1; x = x_2$) vertikal uchun chiziqli qonunga bo'ysunadi. Bu tenglamani gidrostatikaning asosiy tenglamasi shakli

$$r = r_0' + \rho g (z_0 - z) \text{ da}$$

ham yozish mumkin. Bunda $r_0' = r_0 + \rho a (x_0 - x)$.



2.1-rasm.

2.4.3. Suyuqlik solingan idishning o'z o'qi atrofida tekis aylanishi

Injener amaliyotida idish ichiga to'ldirilgan suyuqlikni nisbiy muvozanati, ya'ni idish o'zi harakatda bo'lsa ham uni ichidagi suyuqlik zarrachalari o'z holatlarini o'zgartirmay balki bir qattiq jism kabi harakat qiladigan masalalar ko'p uchraydi. Bu holda suyuqlik zarralari markazdan qochma kuch va og'irlik kuchlari ta'sirida bo'ladi.

Markazdan qochma kuch quyidagiga teng:

$$F_u = \frac{mu^2}{r} = m\omega^2 r$$

Uning proektsiyalari esa quyidagicha topiladi:

$$F_{ux} = m\omega^2 x, F_{uy} = m\omega^2 y.$$

SHuning uchun birlik massa kuchlar quyidagilarga teng:

$$X = \omega^2 x; Y = \omega^2 y; Z = -g;$$

Bularni (2.3) ga qo'ysak, quyidagi tenglamani olamiz:

$$\omega^2 x dx + \omega^2 y dy - g dz = 0$$

Uni integrallasak $\frac{\omega^2 x^2}{2} + \omega^2 y^2 - g z = \text{const}$

bo'ladi.

Lekin $x^2 + y^2 = r^2$ bo'lgani uchun $\frac{\omega^2 r^2}{2} - g z = \text{const}$

Bu bosimi teng sirtning tenglamasidir. Bu sirt aylanma paraboloid ekanligi ko'rinib turibdi. SHunday qilib, bosimi teng sirtlar o'qi vertikal bo'lgan aylanma paraboloidlar oilasidan iborat. Bu sirtlar vertikal bilan kesishganda o'qi Oz da bo'lgan parabolalar, gorizont tekisliklar bilan kesishganda esa markazi Oz da bo'lgan kontsentrik aylanalar hosil qiladi.

2.5. Gidrostatikaning asosiy tenglamasi.

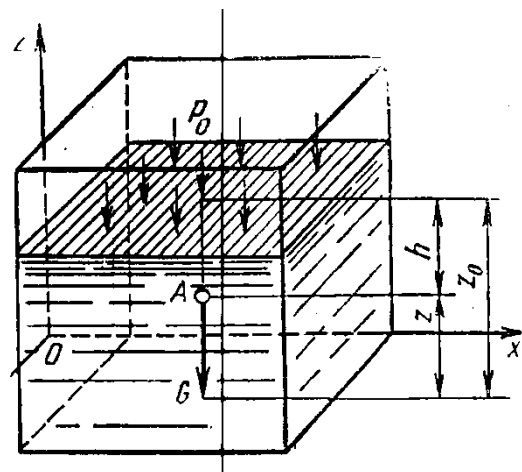
Tinch turgan idishdagi suyuqlikni qaraymiz. Bu suyuqlikka og'irlik kuchi ta'sir etadi. Koordina o'qlarini Oz vertikal yuqoriga yo'naladigan qilib yo'naltiramiz (2.2-rasm). Ko'rilayotgan idish ichida biror xOy tekisligidan z masofada, erkin sirtidan esa H

masofada joylashgan biror A nuqtani olamiz. U holda birlik massa kuchlarining bu koordinata sistemasidagi proektsiyalari quyidagicha bo'ladi:

$$X = 0; Y = 0; Z = -g;$$

Gidrostatik bosim r , suyuqlikning erkin sirtidagi bosim r_0 bo'lsin, erkin sirt XOy tekisligidan esa z_0 masofada joylashgan bo'lsin. Bu holda gidrostatikaning asosiy tenglamasi quyidagicha yoziladi:

2.2-rasm. Hidrostatikaning asosiy tenglamasiga doir chizma



$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0; \frac{\partial p}{\partial y} = 0; \frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g;$$

Birinchi va ikkinchi tenglamalardan bosimning x va y koordinatalarga bog'liq emas ekanligi kelib chiqadi. U holda uchinchi tenglamadan quyidagini olamiz:

$$dp = -\rho g dz$$

Oxirgi tenglamani erkin sirtidan z nuqttagacha bo'lgan oraliq uchun integrallaymiz va quyidagi tenglamani chiqaramiz:

$$p - p_0 = -\rho g (z - z_0).$$

$z - z_0$ ning qiymati h ga teng bo'lgani uchun so'nggi tenglama quyidagicha yoziladi:

$$p = p_0 + \rho g h \quad (2.6)$$

yoki

$$p = p_0 + \gamma h \quad (2.7)$$

Bu **gidrostatikaning asosiy tenglamasi** deb ataladi va suyuqlikning ixtiyoriy nuqtasidagi bosimni, suyuqlik turi va olingan nuqtaning erkin sirtidan qanday masofada ekanligiga qarab aniqlaydi. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi quyidagi qonuniyatni ifodalaydi: *suyuqlik ichidagi ixtiyoriy nuqtadagi bosim suyuqlik erkin sirtidagi bosim r_0 va shu nuqtadagi suyuqlik ustunining bosimi (γh) yig'indisiga teng.*

2.6. Absolyut manometrik vakuummetrik va atmosfera bosimlari

Suyuqlikdagi ixtiyoriy nuqtaning gidrostatikaning asosiy tenglamasi yordamida aniqlanadigan bosim r shu nuqtaning **absolyut bosimi** deb ataladi. Suyuqlikning erkin sirtidagi bosimi r_0 erkin sirtidagi absolyut bosimdan iborat, γh esa suyuqlik ustunining nuqtadagi bosimidan iborat.

Usti yopilmagan idishlarda, suv sig'implari suyuqliklarning erkin sirtiga ta'sir qiluvchi bosim **atmosfera bosimi** deb ataladi va r_a harfi bilan belgilanadi. Bu holda absolyut bosim

$$r = r_a + \rho g h \text{ yoki } r = r_0 + \gamma h$$

tenglama orqali aniqlanadi.

Agar suyuqlik nuqtasidagi bosim atmosfera bosimidan katta ($r > r_a$) bo'lsa, γh **monometrik bosim** deb ataladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$r_m = \gamma h = r - r_a \quad (2.8)$$

Monometrik bosim absolyut bosim bilan atmosfera bosimining ayirmasiga teng bo'lgani uchun uni **ortiqcha bosim** deb ham atash mumkin. Monometrik bosim absolyut bosimning miqdoriga qarab har xil qiymatga ega bo'ladi, Masalan: $r = r_0$ bo'lganda $r_m =$

0; $r \rightarrow \infty$ bo'lganda $r_m \rightarrow \infty$, ya'ni monometrik bosim 0 dan ∞ o'rtasidagi barcha qiymatlarni qabul qilishi mumkin.

Agar suyuqlikdagi biror nuqtaning absolyut bosimi atmosfera bosimidan kichik bo'lsa, ($r < r_a$) bo'lsa, ularning ayirmasi **vakuummetrik bosim** r_v ga teng bo'ladi va suyuqlikning siyraklanish miqdorini belgilaydi.

$$r_v = \gamma h = r_a - r \quad (2.9)$$

Vakuummetrik bosim nuqtadagi bosimning atmosfera bosimidan kamligini ko'rsatadi va $r = r_a$ da $r_v \rightarrow 0$; $r \rightarrow 0$ da esa $r_v \rightarrow r_a$ bo'ladi. SHunday qilib, vakuummetrik bosim 0 dan r_a gacha bo'lgan qiymatda bo'ladi.

Bosimni o'lchash uchun texnikada ishlatiladigan birliklar

1. Kuch birliklarining yuza birliklariga nisbati bilan:

$$\frac{H}{M^2}; \frac{\kappa z}{M^2}; \frac{\kappa z}{cM^2}; Pa = \frac{H}{M^2};$$

2. Suyuqlik ustuniy balandliklari bilan, masalan mm.suv.ustuni; mm.simob ustuni.

1. simob utunining 760 mm balandlik miqdordagi bosim birligi hisoblanadi. Texnik atmosfera-at.; fizik atmosfera-atm, bar.

2. $1 \text{ atm} = 10,2 \cdot 10^{-6} \text{ N/sm}^2$

2.7. Bosimni o'lchash asboblari va usullari

Bosim o'lchash asboblari ikki guruhga ajraladi. Ular suyuqlik va mexanik asboblardir.

Suyuqlik asboblari:

a) **p ezometrlar**-idishdagi bosim unga ulangan shisha naychada tekshirilayotgan suyuqlikning ko'tarilishiga qarab aniqlanadi (2.3-rasm). Idishdagi bosimning katta yoki kichikligiga qarab p ezometr (shisha naycha) da suvning sathi h_n balandlikka ko'tariladi.

Tekshirilayotgan a nuqtadagi bosim r_a idishdagi erkin sathidagi bosim bilan undagi suv ustunining bosim yig'indisiga teng. P ezometr orqali aniqlanganda u gidrostatikaning asosiy tenglamasi yordamida quyidagicha aniqlanadi:

$$r_a = r_a + \gamma(h + h_n).$$

U holda p eozometrda suyuqlik erkin sathining balandligi bosim orqali quyidagicha ifodalanadi: $h + h_n = \frac{(p_A - p_a)}{\gamma}$

va idishdagi chegirma bosimga to'g'ri keladigan suyuqlik ustunining balandiligini ko'rsatadi. Bunday asboblari 0.5 atm dan yuqori bo'lmagan kichik chegirma bosimlarni o'lchashda ishlatiladi.

Haqiqatda ham 1 at. ga teng bo'lgan bosim 10 m suv ustunining balandligiga teng bo'lgani uchun yuqori bosimlarni o'lchashda juda uzun shisha naychalar ishlatishga to'g'ri kelgan bo'lar edi.

b) *Suyuqlik U – simon monometrlari* — bosim tekshirilayotgan suyuqlik bilan emas, simob ustuni yordamida o'lchanadi (2.4-rasm). Bu holda simobli shisha naycha idishga U – simon naycha orqali ulanadi. Bunda simobning bosimi o'lchanayotgan idishga oqib o'tishga U – simon naychadagi qarshilik to'sqinlik qiladi. U holda A nuqtadagi bosim idish tomondagi qiymatlar orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$r_A = p + \gamma h_1$$

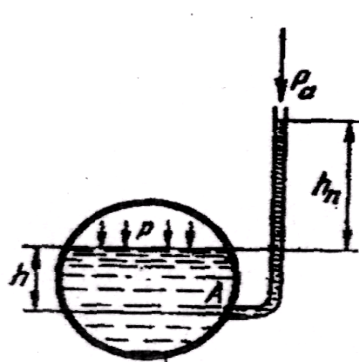
Simobli naychadagi qiymatlari orqali esa

$$r_A = p_a + \gamma_{sm} h_{sm}.$$

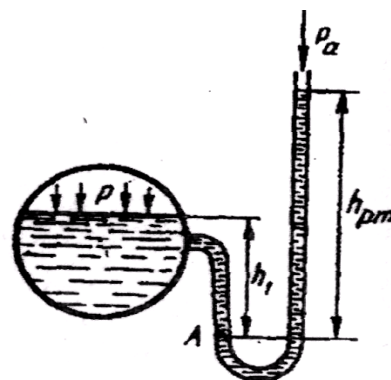
Bu ikki tenglikdan r ni topamiz:

$$R = p_a + \gamma_{sm} h_{sm} - \gamma h_1$$

Bunday monometrlar ham bir necha atmosferadan ortiq bosimni o'lchashga yaramaydi.

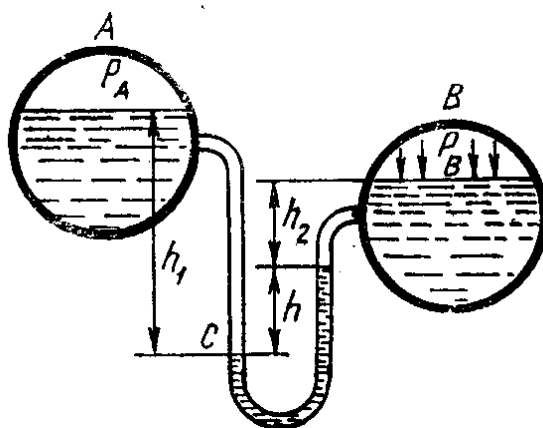


2.3-rasm. P
ezometr.



2.4-

rasm. U-simon manometr.



2.5-rasm. Differentsial manometr

v) *Differentsial monometrlar* - ikki idishdagi bosimlar farqini o'lchash uchun ishlatiladi (2.5-rasm). Bosimlarni r_a va r_v ga teng bo'lgan ikki idish simobli U – simon naycha orqali tutashtirilgan. Bu holda S nuqtadagi bosim birinchi idishdan bosim orqali quyidagicha ifodalanadi.

$$r_s = r_a + \gamma_1 h_1$$

Ikkinchi idishdagi bosim orqali esa

$$p_s = r_v + \gamma_1 h_2 + \gamma_{sm} h.$$

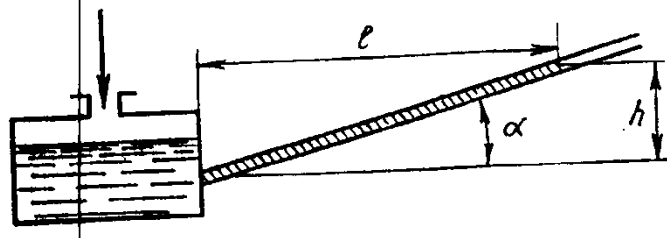
U holda idishlardagi bosimlar farqi

$$p_a - r_v = \gamma_1 (h_2 - h_1) + \gamma_{sm} h.$$

Ikki idishdagi suyuqliklar sathi teng bo'lganda esa $h_2 - h_1 = h$ va

$$p_a - r_v = (\gamma_{sm} - \gamma_1) h.$$

g) *Mikromonometrlar* — juda kichik bosimlarni o'lchash uchun ishlatiladi va suyuqlik sathining sezilarli bo'lishi uchun suyuqlik to'ldirilgan idishga shisha naycha qiya burchak ostida ulanadi (2.6-rasm) U holda idishdagi chegirma bosim quyidagicha aniqlanadi: $r = \gamma h$ bo'lgani uchun $r = \gamma l \sin \alpha$,



2.6-rasm.
Mikromano

metr.

Shisha naychani qiyalik burchagi α qancha kichik bo'lsa, bosim shuncha aniq o'lchanadi. Ko'p hollarda monometr shisha naychasining qiyalik burchagini o'zgaruvchan qilib ishlanadi. Bu holda mikromonometrlarni qo'llanish chegarasi kengayadi.

d) *Vakuummetrlar*. Tuzilishi xuddi suyuqlik *U*-simon monometrlarga o'xshash bo'lib, idishdagi siyraklanish darajasini aniqlaydi (2.7-rasm). Hidrostatik bosim tenglamasiga asosan

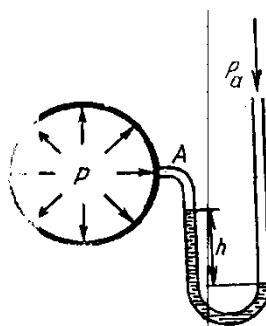
$$p + \gamma_{sm} h_{sm} = p_a$$

u holda

$$r = r_a - \gamma_{sm} h_{sm}$$

simob ustunining pasayishi idishdagi bosim va r_a orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$h_{cm} = \frac{p_a - p}{\gamma_{cm}}.$$



2.7-rasm. Vakuummetr

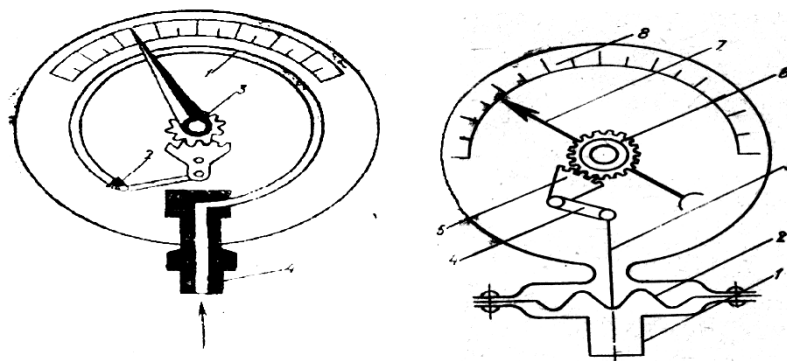
II. *Mexanik asboblari* (katta bosimlarni o'lchash uchun ishlatiladi va buning uchun turli mexanik sistemalardan foydalaniladi);

A) *Prujinali monometr* (2.8-rasm) ichi bo'sh yupqa egik latun 1 naychadan iborat bo'lib, uning bir uchi kavsharlangan. SHu uchi zanjir 2 bilan tishli uzatma 3 ga ilashtirilgan bo'ladi.

Ikkinchi uchi esa bosimi o'lchanishi zarur bo'lgan idishga bo'yin 4 orqali tutashtiriladi. Egik latun naycha havo bosimi ta'sirida to'g'rilanishga harakat qilib, tishli uzatma yordamida strelkaning burilishiga sabab bo'ladi. Bunday monometrlarda bosimni ko'rsatuvchi shkala bor.

B) *Membranali monometr* (2.9-rasm) – yupqa metall plastinka yoki rezina shimdirilgan materialdan tayyorlangan plastinkaga ega bo'lib, u **membrana** deyiladi.

Suyuqlik bosimi idish bilan tutashtiruvchi bo'yicha orqali o'tib, membranani egadi. Bu egilish natijasida richaglar sistemasi orqali strelka harakatga keladi va shkala bo'yicha surilib, bosimni ko'rsatadi.



2.8-rasm 2.9-rasm

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Tinch turgan suyuqlik bosimining xossalari ayting.
2. Tinch turgan suyuqlik uchun Eyler tenglamasini keltiring va unga misollar keltiring.
3. qanday sirtlar erkin sirtlar deyiladi?
4. Suyuqlik bilan to'ldirilgan suyuqlikni vertikal harakatda bosimi teng sirtlar tenglamasini va unga misollar keltiring.
5. Suyuqlik bilan to'ldirilgan idishni gorizontaal bo'yicha harakati vaqtida bosimni tarqalishi va bosimi teng sirtlar tenglamasini keltiring.
6. Suyuqlik bilan to'ldirilgan idishni o'z o'qi atrofida o'zgarmas burchak tezlik bilan aylanganda bosimni tarqalishi va bosimi teng sirtlar nimadan iborat.

TAYANCH IBORALAR:

Gidrostatik bosim, normal, muvozanat qonunlari, gidrostatika, og'irlik kuchi, hajm, zichlik, massa kuchlar, Eyler, tomchilanuvchi suyuqliklar, gazlar, gaz holati tenglamalari, bosimi teng sirtlar, erkin sirt, nisbiy muvozanat, zarrachalar, vertikal va gorizontaal bo'yicha ilgariylanma harakat, aylanma harakat, U-simon monometrlar, differentsial monometrlar, mikromonometr, vakuummetr, prujinali monometr.

GIDROSTATIKANING QONUNLARI VA UNING TEXNIKADA TADBIQI

REJA:

- 3.1 Paskal qonuni.
- 3.2. Gidrostatik mashinalar.
- 3.3. Tekis sirtga ta'sir qiluvchi bosim.
- 3.4. Bosim epyurasi.
- 3.5. Arximed qonuni.
- 3.6. Jismlarni suyuqlikda suzishi. Suzuvchanlik.

3.1. Paskal qonuni

Suyuqlik solingan va og'zi porshen bilan yopilgan idish olamiz. Suyuqlik erkin sirtidagi bosim p_0 bo'lsin. U holda biror A nuqtadagi absolyut bosim

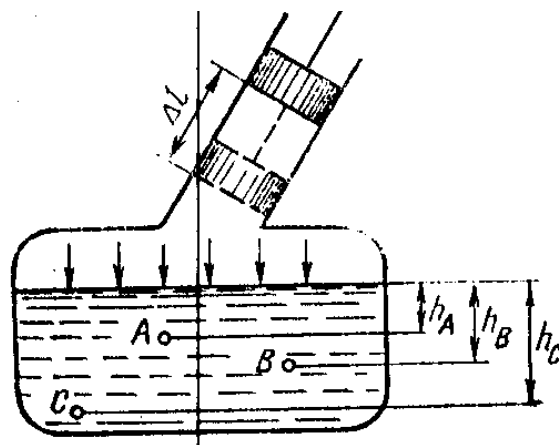
$$p_A = p_0 + \rho h_A \text{ ga}$$

V va S nuqtalarda esa

$$p_V = p_0 + \rho h_V, \quad p_S = p_0 + \rho h_S$$

ga teng bo'ladi.

Agar porshenni VS masofaga (3.1-rasm) siljitsak, u holda suyuqlik erkin sirtidagi bosim Δp ga o'zgaradi. Suyuqlikning solishtirma og'irligi bosim o'zgarishi bilan deyarlik o'zgarmaydi.



3.1-rasm. Paskal qonunini tushuntirishga doir chizma
 SHuning uchun A, V va S nuqtadagi bosim quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} p'_A &= p_0 + \Delta p + \gamma h_A, \\ p'_V &= p_0 + \Delta p + \gamma h_V, \\ p'_S &= p_0 + \Delta p + \gamma h_S, \end{aligned} \quad (3.1)$$

Bundan quyidagi xulosa kelib chiqadi: *suyuqlikka tashqaridan berilgan bosim suyuqlikning hamma nuqtalariga bir xil miqdorda tushadi (uzatiladi)*. Bu Paskal qonuni sifatida ma'lum ko'pchilik gidromashinalarning tuzilishi va ishlashi ana shu qonunga asoslangan.

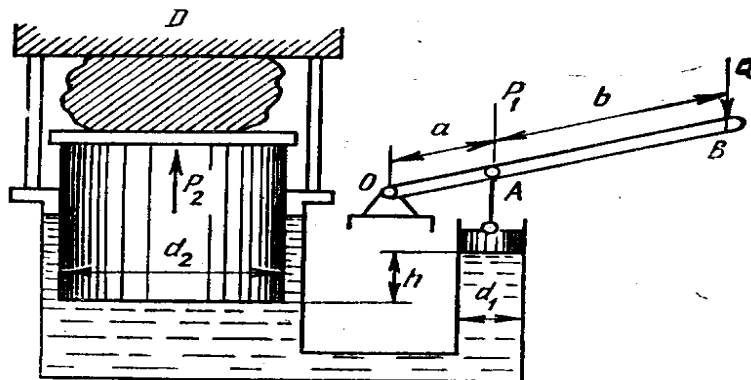
3.2. Gidrostatik mashinalar

Gidrostatikaning asosiy qonunlari asosida ishlaydigan mashinalar **gidrostatik mashinalar** deb ataladi. Ularda bosimning uzatilish qonuni (Paskal qonuni) muhim rol o'ynaydi. Bu mashinalarga gidroresslar, gidroakkumulyatorlar, damkratlar va boshqalar kiradi.

a) *Gidroresslar. (3.2-rasm).* Gidroresslardan gidrostatika qonunlari asosida katta kuchlarni hosil qilish uchun foydalaniladi. Bu narsa presslash, shtamplash, bolg'alash, materiallarni sinash va boshqa ishlar uchun (ishlatiladi) zarur. Gidroresslar diametrlari har xil, o'zaro tutashtirilgan ikki tsilindrda iborat, birinchi kichik tsilindrda diametri d_1 , katta tsilindrda esa diametri d_2 ga teng bo'lgan ikki porshen harakatlanadi.

Kichik porshenga OAV richag orqali kuch qo'yiladi. Katta porshenga stol o'rnatilib, bu stol bilan D devor orasiga presslanuvchi buyum qo'yiladi. Richag qo'l bilan yoki dvigatel yordamida harakatga keltiriladi.

Bu holda kichik porshen kuch ta'sirida pastga qarab siljiydi va suyuqlikka bosim beradi. Bu bosim katta tsilindrda uzatiladi va natijada katta porshen harakatga keladi. Bunday harakat stol ustidagi buyum D devorga taqalguncha davom etadi. Stolning bundan so'nggi ko'tarilishi natijasida buyum siqiladi va presslanadi.



3.2-rasm. Gidropressning sxemasi.

Aytilgan usul jismlarni faqat ko'tarish uchun kerak bo'lsa, u holda konstruktiv sxemada D devor bo'lmaydi. Bu holda bizning mashina gidrostatik ko'targichga, domkratga aylanadi. Endi gidropresslarda kuchlarning munosabatini topamiz. OAV richagning V uchiga Q kuch qo'yilgan bo'lsin, u holda kuch momenti uchun quyidagi tenglamani olamiz:

$$Q(a + b) = P_1 b \quad (3.2)$$

Bu tenglamadan kichik porshenga ta'sir qiluvchi kuchni topamiz:

$$P = \left(\frac{a+b}{b} \right) Q$$

U holda kichik porshen ostidagi suyuqlik bosimi quyidagiga teng bo'ladi:

$$P = \frac{P_1}{\frac{\pi d_1^2}{4}} \quad (3.3)$$

Katta porshen ostidagi bosim esa

$$P_2 = p \frac{\pi d_2^2}{4} = Q \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 \frac{a+b}{a} \quad (3.4)$$

Natijada katta porshenga ta'sir qiluvchi kuch quyidagicha topiladi:

$$P = (p + \gamma h) S_2 = \left(\frac{(a+b)}{b} \left(\frac{4Q}{\pi d_1^2} \right) + \gamma h \right) \frac{\pi d_2^2}{4} \quad (3.5)$$

bu yerda h -porshenlar ostki sirtlari orasidagi geometrik masofa.

Ko'p hollarda gidropresslarda gidrostatik bosim juda katta bo'lgani uchun γh ni hisobga olmasa ham bo'ladi, ya'ni

$$P_2 = Q \left(\frac{(a+b)}{b} \right) \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 Q$$

Bu sxema soddalashtirilgan bo'lib, xaqiqiy gidropresslarda juda ko'p yordamchi qismlar bo'ladi. Amalda gidropresslarda suyuqlikning porshen va tsilindrlar orasidan sizib o'tishi, tutashtiruvchi Quvurlardagi qarshilik kuchi hisobiga katta porshenga ta'sir qiluvchi kuch yuqorida keltirilgan nazariy hisobdan farq qiladi va quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$P_2' = Q \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 \frac{a+b}{a} \eta \quad (3.6)$$

bu yerda η -yuqorida aytilgan xatoliklarni hisobga oluvchi koeffitsient bo'lib, u **foydali ish koeffitsienti** deb ataladi.

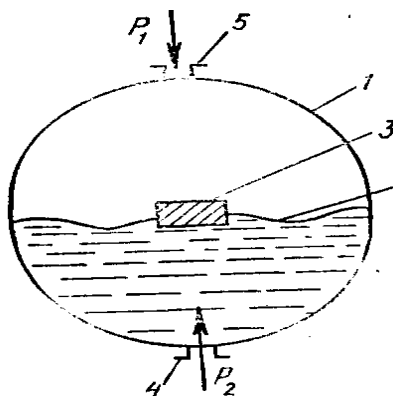
Odatda bu koeffitsient qiymati 0,75 bilan 0,85 orasida bo'ladi. Keltirilgan hisobdan ko'rinib turibdiki, tsilindrlarning diametri va richagning yelkasini tanlab olish yo'li bilan juda katta kuchlar hosil qilinadi. Hozirgi vaqtda mavjud gidropresslarda 2500 t. gacha kuch hosil qilish mumkin.

Gidroakkumulyatorlar. Gidravlik sistemalarda bosim va suyuqlik sirtini ortib ketishi yoki kamayish hollari bo'ladi. Bunday hollarda bosim va sirtini normallashtirish

uchun gidroakkumulyatorlardan foydalaniladi. Ular suyuqlik sirti yoki bosimi ortib ketganda yuqori bosimdagi suyuqlikning bir qismini o'ziga olib sistemadagi bosim va sirtini kamaytiradi, teskari holda esa o'zidagi suyuqlikni sistemaga berish yo'li bilan bosimni va sirtini oshiradi. Gidroakkumulyatorlar, gidrotormozlar, ko'targichlar, presslar, chigirlar va boshqa gidromashinalar ishlatiladi.

Potentsial energiya qaysi usul bilan to'planishi va qaytarib berilishiga qarab pnevmatik, prujinali va yukli gidroakkumulyatorlarga bo'linadi. Yukli gidroakkumulyatorlar tsilindr, uning ichida harakatlanuvchi va yuk ortilgan yelka (obkash) li plunjerdan iborat bo'lib, tsilindrga gidrosistemaning suyuqlik harakat qiluvchi qismlari Quvur orqali tutashtirilgan bo'ladi. Sistemada bosim ortib ketsa, suyuqlik tsilindrga o'tib yukli plunjerni ko'taradi, bosim kamayganda esa plunjer pastga tushib suyuqlik tsilindrdan sistemaga qarab oqadi. Natijada bosimning o'zgarishi tekislanadi.

3.3-rasmda pnevmatik gidroakkumulyator sxemasi ko'rsatilgan. U korpus 1, diafragma 2 dan tuzilgan bo'lib, shtutser 4 orqali gidrosistemaga ulangan bo'ladi. SHtutser 5 gidroakkumulyatorni gaz bilan to'ldirish uchun xizmat qiladi. SHayba 3 esa gazning rezina diafragmani korpusga (akkumulyatorda bosim kamayganda) ezib kuyishidan saqlaydi.



3.3-rasm. Pnevmatik gidroakkumulyator sxemasi.

Diafragmani harakatga keltiruvchi kuch:

$$F_1 = (p_1 - p_2) S. \quad (3.7)$$

Suyuqlikda ishqalanish kuchi F_2 mavjud. U holda diafragma ta'sir etuvchi kuch orqali xaqiqiy bosim quyidagicha aniqlanadi:

$$P = \frac{((p_1 - p_2)S + F_2)}{S} \quad (3.8)$$

Bu holda xaqiqiy bajarilgan ish

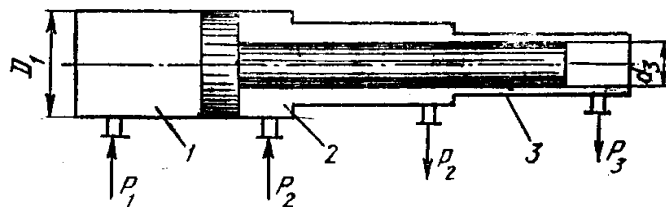
$$A_x = \eta A = \eta \int pshdh \quad (3.9)$$

Bu yerda η - gidroakkumulyatorning foydali ish ko'effitsienti.

Gidrosistemadan gidroressga suyuqlik oqib o'tganida yuz beradigan qarshilikni hisobga olish mumkin edi. Bu gidroakkumulyatorga suyuqlik o'tishi tomomlanmagan taqdirdagina kerak. Boshqa hamma hollarda yuqoridagi formula gidroakkumulyatorlarni hisoblash uchun o'rinli bo'ladi.

b) Gidroakkumulyatorlar gidrosistemadagi bosimni, uning biror qismida oshirib berish uchun foydalanadi. Bu vazifa ko'p hollarda xususan gidroakkumulyatorlar yetarli

bosimni ta'minlab berolmaganda muhim ahamiyatga ega. 3.4-rasmda gidromultiplikatorning soddalashtirilgan sxemasi keltirilgan. U differentsial tsilindirda harakatlanuvchi differentsial porshendan tashkil topgan. Bo'shliq 1 gidrosistemaga ulangan, bo'shliq 2 ortiqcha suyuqlikning oqib ketishi uchun, bo'shliq 3 esa suyuqlikning – gidrosistemaning ish bajaruvchi organiga bog'langan.



3.4-rasm. Gidromultiplikator chizmasi.

Bo'shliq 2 dagi chegirma bosimni hisobga olmaganimizda uchinchi bo'shliqdagi bosim quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$P_3 = p_1 \left(\frac{D_1}{d_3} \right)^2 \eta_g \cdot \eta_{mek} \quad (3.10)$$

bu yerda: η_g -gidravlik qarshiliklarini hisobga oluvchi koeffitsient;

η_{mek} -mexanik qarshiliklarni hisobga oluvchi koeffitsient;

Gidromultiplikatorlarning sarfi suyuqlik sarfining miqdoriga qarab hisobga olinadi va ular suyuqlik sarfining kichik qiymatlari uchun ishlatiladi. Suyuqlik sarfi katta o'zgarishlarga to'g'ri kelganda bunga qaraganda boshqacharoq sxemalar ishlatiladi.

3.3 Tekis sirtga ta'sir qiluvchi bosim

Girostatik g'ayritabiylilik (paradoks). Biror idishdagi suyuqlikning chuqurligi h bo'lsin, u holda, ixtiyoriy nuqtadagi bosim uning suyuqlik ichida qancha chuqurlikda bo'lganiga bog'liq bo'ladi. A, B, C nuqtalardagi bosimlar quyidagilarga teng:

$$p_A = \gamma h_A; \quad p_B = \gamma h_B; \quad p_C = \gamma h_C;$$

Suyuqlik tubidagi bosim kuchi esa

$$P = \gamma h S$$

ga teng. Demak, suyuqlik tubidagi bosim kuchi suyuqlikning og'irligiga teng bular ekan.

3.5-rasmda har xil shakldagi idishlar tasvirlangan va barcha idishlardagi suyuqlikning chuqurligi h ga, idish tubining sirti esa S ga teng.

Bu holda idish tubiga bo'lgan bosim kuchi idishlarda

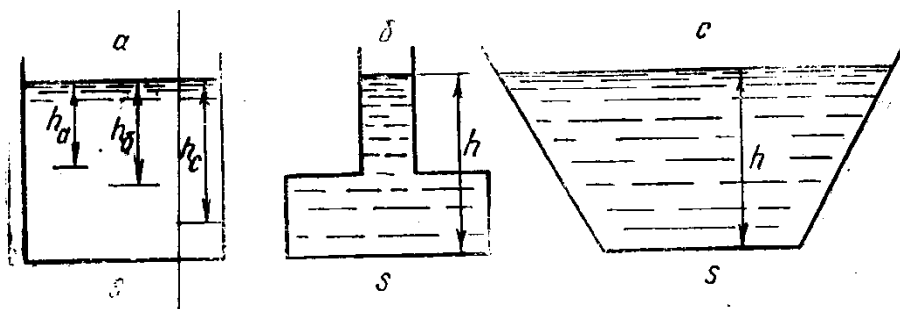
$$P_a = \gamma h S; \quad P_b = \gamma h S; \quad P_c = \gamma h S; \quad P_e = \gamma h S;$$

ya'ni barcha idishlarda suyuqlik tubiga bo'lgan bosim kuchi idishning shakli va bosim hosil qilgan suyuqlikning miqdoridan kat'iy nazar quyidagiga teng bo'ladi:

$$P = \gamma h S$$

qanday qilib hajmi va og'irligi har xil suyuqliklarning idish tubiga bosimi bir xil? Bu yerda fizikaning biror qonuni noto'g'ri talqin qilinayotgani yo'qmi?

Gidravlika qonunlari bo'yicha suyuqlikdagi bosim uning shakliga bog'liq bo'lmay, uning chuqurligiga bog'liq.



3.5-rasm. Hidrostatik paradoksga doir chizma.

Bu hodisa gidrostatik **g'ayritabiiylik** deb ataladi. Bu savolga javob olish uchun Paskal qonunini chuqurroq talqin qilish kerak. Masalan,

3.5- rasm, b va 3.5-rasm, s – rasmlarni tekshirsak, birinchi holda idishning yuqoridagi devorlarida bosim yuqoriga yo'nalgan bo'lib, reaksiya kuchlari pastga yo'nalgan, 3.5-rasm, s da esa aksincha.

3.4. Bosim epyurasi

Biror sirt yoki kontur bo'yicha bosim taqsimlanishining grafik usulda ifodalanishi *bosim epyurasi* deb ataladi.

a) **Tekis sirt.** Tekis sirtning erkin sirt bilan tutashgan yeridagi bosim erkin sirtidagi bosimga teng (3.6-rasm). Uning qolgan nuqtalarida esa erkin sirtidagi bosimga chegirma bosim qo'shiladi. Gidrostatikaning asosiy tenglamasiga a sosan

$$p = p_0 + \gamma h$$

ya'ni sirtning eng pastki nuqtasida bosim eng katta miqdorga ega bo'ladi.

AV sirtga tushadigan bosim epyurasini olish uchun A va V nuqtalarda bosimning miqdori va yo'nalishini qo'yib, uchlarini tutashtiramiz. Hosil bo'lgan shakl bosim epyurasi o'ladi. Bosim vektorlari uchini tutashtiruvchi chiziqning bosim vektori bilan tashkil qilgan burchagi quyidagicha topiladi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{\gamma h} = \frac{1}{\gamma}.$$

Bosim epyurasi esa trapetsiya ko'rinishida bo'lib, to'g'ri to'rtburchak ko'rinishidagi tashqi bosim va uchburchak ko'rinishidagi chegirma bosim epyuralarining yig'indisidan iborat.

b) **Egri sirt**da bosim ikki tashkil etuvchiga ega bo'lib (3.6-rasm. b), R_x tashkil etuvchisi tekis sirtidagi kabi epyuraga ega bo'ladi. R_u ning epyurasi esa egri sirt bilan erkin sirt orasidagi soha shakliga ega bo'ladi. Teng ta'sir etuvchi kuch yoki to'liq bosimning quyilish nuqtasi va kattaligini grafik usulda topish mumkin. Buning uchun R_x tashkil etuvchining yo'nalishini R_u ning yo'nalishi bilan kesishguncha davom ettiramiz. Kesishgan nuqtasiga

esa R_x va R_u larni keltirib quyamiz va parallelogramm hosil qilamiz. Uning diagonalini yo'nalishini egri sirt bilan kesishguncha davom ettirib, kesishish nuqtasiga suyuqlik tomondan hosil bo'lgan R kuchni keltirib qo'yamiz. Ye nuqta bosim markazi yoki teng ta'sir etuvchi kuchning qo'yilishi nuqtasi bo'ladi.

Texnikada uchraydigan sirtlar tsilindr, sfera va uning qismlaridan iborat bo'lishi mumkin.

3.5. Arximed qonuni

Suyuqlikka tushirilgan jismlarning qay yo'sinda harakat qilishi va qanday holatlarni qabul qilishini tekshirish uchun ularni suyuqlik bilan ta'sirlanish va muvozanat qonunlarini o'rganish kerak. Bu qonuniyatlar eramizdan 250 yil ilgari kashf qilingan Arximed qonuniga asoslanadi. Bu qonun asosida kemalar nazariyasi yaratilgan, Arximed qonuni quyidagicha ifodalaniladi: *suyuqlikka botirilgan jismga siqib chiqaruvchi kuch ta'sir qilib, bu kuchning kattaligi botirilgan jism siqib chiqargan suyuqlik og'irligiga teng bo'ladi.*

Suyuqlikka V hajmli jism botirilgan bo'lsin. Unga ta'sir etuvchi kuchlar quyidagilar:

1. jismga yuqoridan ta'sir qiluvchi bosim kuchi $P_1 = \gamma H_1 S_1$
2. jismga pastdan ta'sir qiluvchi bosim kuchi $P_2 = \gamma H_2 S_2$
3. Pastga yo'nalgan og'irlik kuchi $G = \gamma_1 \Delta H S = \gamma_1 V$
4. Jismga yon tomonidan ta'sir etuvchi kuch R_n ; gidrostatikaning asosiy qonuniga asosan bu kuchlar teng va qarama qarshi yo'nalgan bo'lib, o'zaro muvozanatlashadi. Bu holda bosim kuchlarining teng ta'sir etuvchisi R_1 va R_2 kuchlarning ayirmasiga teng bo'lib, yuqoriga yo'nalgan bo'ladi.

$$P = P_2 - P_1 = \gamma S (H_2 - H_1) = \gamma S \Delta H$$

Bu yerda; γ va γ_1 – suyuqlik va jismning solishtirma og'irliklari;

N_1 - jismning yuqori qismining chuqurligi

N_2 - jismning pastki qismining chuqurligi

ΔN - jismning balandligi

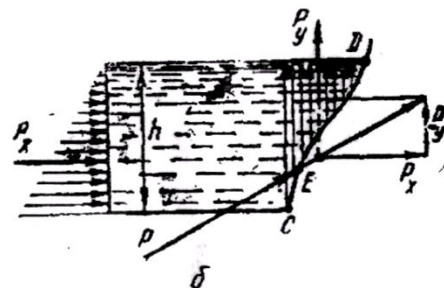
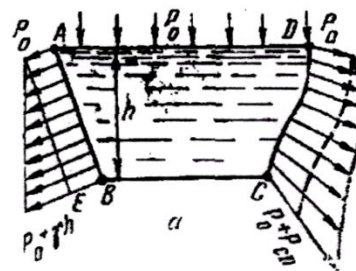
S - jismning yuqori va pastki sirtlarining yuzasi.

Jismning hajmi $V = \Delta H S$ bo'lgani uchun siqib chiqaruvchi kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$R = \gamma V$$

SHunday qilib, jismning siqib chiqarishiga harakat qilayotgan kuch jism siqib chiqargan suyuqlikning og'irligiga teng ekanligi isbotlandi. Bu kuch botirilgan jismning qancha chuqurlikda bo'lishiga bog'liq emasligidan ko'rinib turibdi. Arximed qonuni yopiq va ochiq idishlarda suyuqlik sirtida suzib yuruvchi jismlar uchun ham, uning ichidagi jismlar uchun ham to'g'ridir. Faqat suyuqlik sirtidagi jismlar uchun uning suvga botirilgan qismiga qo'llaniladi.

3.6. Jismlarning suyuqlikda suzishi. Suzuvchanlik



3.6- rasm. Bosim epyurasi.

Jismlarning suyuqlik sirtiga qalqib chiqishi yoki suyuqlik ichida suzib yurishi yuqorida aytilgan kuchlarning o'zaro nisbatiga bog'liq. SHuning uchun suyuqlikka botirilgan jismlarga ta'sir etuvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisini topamiz.

$$R = -P_1 + P_2 - G = -\gamma H_1 S + \gamma H_2 S - \gamma_1 V$$

Yoki $R = \gamma(H_2 - H_1) S - \gamma_1 V$

Bu kuchni **ko'taruvchi kuch** deyiladi. $\Delta N = N_2 - N_1$ va $\Delta NS = V$ ekanligini hisobga olsak, teng ta'sir etuvchi ko'taruvchi kuch

$$R = (\gamma - \gamma_1) V$$

bu munosabatdan quyidagi xulosalar kelib chiqadi:

1. Agar $\gamma > \gamma_1$ bo'lsa, ya'ni jismning solishtirma og'irligi suyuqlikdan kam bo'lsa, ko'taruvchi kuch R musbat bo'ladi (yuqoriga yo'nalgan). Bu holda jism suyuqlik sirtida qalqib yuradi.
2. Agar $\gamma = \gamma_1$ bo'lsa, ya'ni jism va suyuqlik solishtirma og'irliklarga teng bo'lsa, u holda $R=0$, ya'ni jism suyuqlik ichida suzib yuradi.
3. Agar $\gamma < \gamma_1$ bo'lsa, u holda ko'taruvchi kuch manfiy (pastga yo'nalgan) bo'ladi va jism suyuqlik tubigacha cho'kadi.

Oxirgi bog'lanishdan jismlarning suyuqlikda suzuvchanligi, ya'ni ma'lum yuk bilan suzib yurish qobiliyati to'g'risida xulosa chiqarish mumkin. Har qanday qalqib yuruvchi jism suzuvchanlik zapasiga ega bo'lib, bu uning suzib yurishdagi xavfsizligini ta'minlaydi.

Suzuvchanlik zapasi R bilan belgilanadi va quyidagicha topiladi.

$$P_c = \frac{R}{\gamma} = \frac{(\gamma - \gamma_1)V_1}{\gamma}$$

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Hidroresslarning ishlash printsiptini tushuntiring
2. Hidrostatik mashinalarni ishlashida gidrostatikaning asosiy qonunidan foydalanishlganligi printsiptini tushuntiring
3. Tekis sirtga ta'sir qiluvchi bosim tenglamasini keltiring
4. Bosim epyurasini tushuntiring
5. Paskal qonunini tushuntiring
6. Arxmed qonunini tushuntiring
7. Jismlarni suyuqlikdagi holatlarini tushuntiring
8. Arxmed qonunini texnikaga qo'llanishiga misollar keltiring va uni tushuntiring

TAYANCH IBORALAR:

Absolyut bosim, Arximed qonuni, bolg'alash, bosim taqsimlanishi, bosim o'zgarishi, bosim epyurasi, bosimning uzatilishi, gidroakkumulyatorlar, gidromashinalar, gidroresslar, gidrostatik mashinalar, gidrostatikaning asosiy qonuni, girostatik g'ayritabiiylik, damkratlar, differentsial porshen, yelka (obkash), kemalar nazariyasi, ko'taruvchi kuch, materiallarni sinash, og'irlik, og'irlik kuchi, Paskal qonuni.

SUYUQLIKLAR KINEMATIKASINING ASOSIY TUSHUNCHASI.

REJA:

- 4.1. Gidrodinamikaning asosiy masalasi, harakat turlari
- 4.2. Oqimchali harakat haqida tushuncha. Oqim chizig'i, oqim naychasi va oqimcha. Suyuqlik oqimlari
- 4.3. Oqimning asosiy gidravlik elementlari
- 4.4. Suyuqlikning barqaror harakati uchun uzilmaslik tenglamasi
- 4.5. Ideal suyuqliklar harakatining (Eyler) differentsial tenglamasi

4.1. Gidrodinamikaning asosiy masalasi, harakat turlari

Gidravlikaning suyuqliklar harakat qonunlari va ularning harakatlanayotgan yoki harakatsiz qattiq jismlar bilan o'zaro ta'sirini o'rganuvchi bo'limi **gidrodinamika** deyiladi.

Harakatlanayotgan suyuqlikning ko'rsatkichlari vaqt va koordinata bo'yicha o'zgaruvchan bo'lib, u quyidagi funktsiya ko'rinishida yoziladi:

$$p = f_1(x, y, z); u = f(x, y, z);$$

tezlik proektsiyalari ham funktsiyalardir.

$$\begin{aligned}u_x &= f_3(x, u, z, t) \\u_y &= f_4(x, u, z, t) \\u_z &= f_5(x, u, z, t)\end{aligned}$$

Bu keltirilgan funktsiyalarni aniqlash va ular orasidagi o'zaro bog'lanishni topish gidrodinamikaning asosiy masalasi hisoblanadi.

4.1.1. Harakat turlari

Harakat vaqtida suyuqlik oqayotgan fazoning har bir nuqtasida tezlik va bosim vaqt o'tishi bilan o'zgarib tursa, bunday harakat **beqaror** harakat deyiladi. Tabiatda daryo va kanallardagi suvning harakatlari, texnikada quvurlardagi suyuqlikning harakati va mexanizmlar qismlardagi harakatlar asosan boshlanganda va ko'p hollarda butun harakat davomida beqaror bo'ladi. Agar suyuqlik oqayotgan fazoning har bir nuqtasida tezlik va bosim vaqt bo'yicha o'zgarmay faqat kordinatalariga bog'liq, ya'ni

$$\begin{aligned}p &= f_{11}(x, u, z) \\u &= f_{21}(x, u, z)\end{aligned}$$

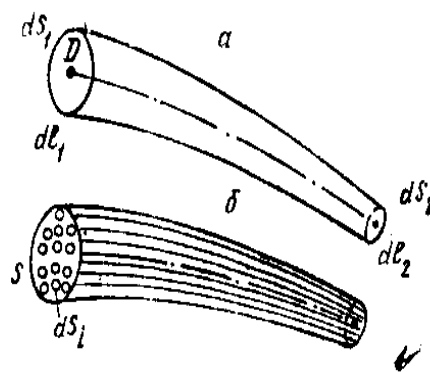
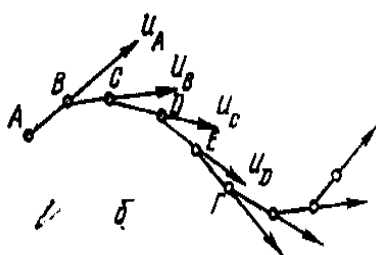
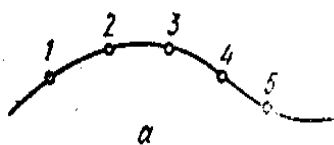
bo'lsa, u holda harakat **barqaror** deyiladi. Bu hol quvurlarda va kanallarda suyuqlik ma'lum vaqt oqib turganidan keyin yuzaga kelishi mumkin. Barqaror harakat ikki xil bo'lishi mumkin: *Tekis va notekis*;

Suyuqlik zarrachasi harakat yo'nalishi bo'yicha vaqt o'tishi bilan harakat fazosini bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga o'tganda tezligi o'zgarib borsa, bu harakat **notekis harakat** bo'ladi. Notekis harakatning kesimi o'zgarib borayotgan shisha quvurda kuzatish juda qulaydir. Agar suyuqlik zarrachasi harakat yo'nalishi bo'yicha vaqt o'tishi bilan harakat fazosining bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga o'tganda tezligini o'zgartirmasa, bunday harakat **tekis harakat** deyiladi. Tekis harakatga kesimi o'zgarmaydigan turbalardagi suyuqlikning va qiyaligi bir xil kanallardagi suv oqimi misol bo'la oladi. Suyuqlik oqimiga bosimning ta'siriga qarab bosimli va bosimsiz harakatlar bo'ladi. Bosim va og'irlik ta'sirida bo'ladigan harakatlar **bosimli harakat** deb ataladi. Bosimli harakat vaqtida suyuqlik hamma tomondan devorlar bilan o'ralgan bo'lib, erkin sirt bo'lmaydi.

Bosimsiz harakat vaqtida suyuqlik faqat og'irlik kuchi ta'sirida harakat qilib erkin sirtga ega bo'ladi.

4.2. Oqimchali harakatlar haqida tushunchalar, oqim chizig'i, oqim naychasi va oqimcha. Suyuqlik oqimlari

Suyuqlik harakat qilayotgan fazoda suyuqlikning biron zarrachasining harakatini kuzatsak, uning vaqt o'tishi bilan fazoda oldinma keyin olgan holatlarini 1,2,3,... (4.1-rasm) nuqtalar bilan ifodalash mumkin va harakatdagi zarracha har xil tezlik va bosimlarga ega bo'ladi. SHu nuqtalarni o'zaro tutashtirsak, suyuqlik zarrachasining traektoriyasi hosil bo'ladi. Endi suyuqlik zarrachasining tezligini kuzatamiz. Zarrachaning A nuqtadagi, vektori u_a ni qurilayotgan vaqt uchun ko'ramiz. SHu vektorning davomida kichik dl_1 masofadagi V nuqtaga tegishli tezlik vektori u_v ni quramiz. Hosil bo'lgan yangi vektorning davomida kichik dl_2 masofadagi S nuqtada shu nuqtaga tegishli zarracha tezligining vektor u_c ni quramiz. u vektorining davomida dl_3 masofadagi D nuqtada shu nuqtaga tegishli zarracha tezligining u_D vektorini quramiz va x.k. Natijada AVSDE (4.1.-rasm, b) sinik chiziqni hosil qilamiz. Agar dl_1, dl_2, dl_3 larni cheksiz kichraytirib borib, nolga intiltirsak, AVSDE o'rnida biror egri chiziqni olamiz. Bu egri chiziq **oqim chizig'i** deb ataladi.



4.1-rasm. Oqim chizig'i 4.2-rasm. Oqim naychasi, elementar sxemasi. oqimcha va oqim.

Demak, suyuqlik harakatlanayotgan fazoda olingan va berilgan vaqtda har bir nuqtasida unga o'tkazilgan urunma shu nuqtaga tegishli tezlik vektori yo'nalishiga mos keluvchi egri chiziq **oqim chizig'i** deb ataladi. Beqaror harakat vaqtida tezlik va uning yo'nalishi vaqt davomida o'zgarib turgani uchun troektoriya bilan oqim chizig'i bir xil bo'lmaydi. Barqaror harakat vaqtida esa tezlik vektorining nuqtalaridagi holati vaqt o'tishi bilan o'zgarmaganligi uchun traektoriya bilan oqim chizig'i ustma-ust tushadi.

Oqim naychasi va elementar oqimcha. Endi, suyuqlik harakatlanayotgan sohada biror D nuqta olib, shu nuqta atrofida kichik cheksiz dl kontur olamiz va shu konturning har nuqtasidan oqim chizig'i o'tkazamiz. U holda oqim chiziqlari birlashtirgan (naycha) soha **oqim naychasi** deyiladi (4.2-rasm, a). Oqim naychasi ichida oqayotgan suyuqlik oqimi **elementar oqimcha** deb ataladi.

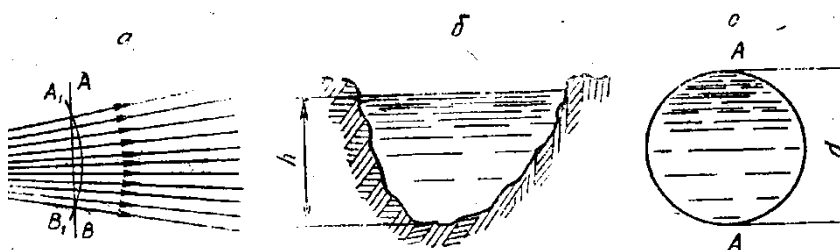
4.3.Oqimning asosiy gidravlik elementlari

Suyuqlik oqimini tekshirishda oqish qonunlarini matematik ifodalash uchun uni gidravlik va geometrik nuqtai nazaridan xarakterlovchi:

1. Harakat kesimi
2. Suyuqlik sarfi, o'rtacha tezlik.
3. Ho'llangan perimetr
4. Gidravlik radius kabi tushunchalar kiritiladi.

Harakat kesimi deb shunday sirtga aytiladiki, uning har bir nuqtasida oqim chizig'i normal bo'yicha yo'nalgan bo'ladi. Umumiy holda harakat kesimi egri sirt bo'lib parallel oqimchali harakatlar uchun tekislikning bo'lagidan iborat (ya'ni tekis sirtidir) (4.3-rasm). M:

radial tarqalayotgan suyuqlik oqimi uchun harakat kesimi sferik sirt bo'lsa, uzonda va Quvurda harakat qilayotgan oqimning harakat kesimi tekis sirtidir. SHunga asosan parallel oqimchali harakatga ega bo'lgan oqimlarning harakat kesimi uchun quyidagicha ta'rif berish mumkin: oqimning umumiy oqim yo'nalishiga normal bo'lgan ko'ndalang kesimi **harakat kesimi** deb ataladi. Oqim harakat kesimining yuzi ω harfi bilan belgilanadi.

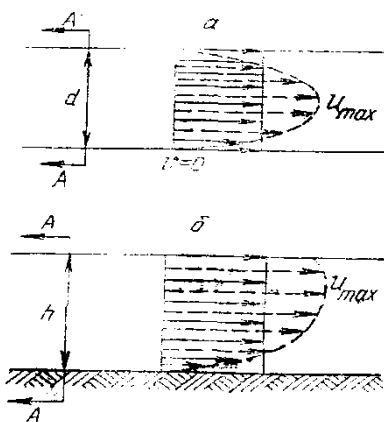


4.3.-rasm. Harakat kesimiga doir chizma.

Suyuqlik sarfi va o'rtacha tezlik. Vaqt birligida oqimning berilgan harakat kesimi orqali oqib o'tayotgan suyuqlik miqdori **suyuqlik sarfi** deb ataladi. Sarf Q harfi

bilan belgilanadi va $\frac{\pi}{c}, \frac{M^3}{c}, \frac{CM^3}{c}$ larda o'lchanadi. Elementar yuza bo'yicha sarfni dq

bilan, birlik yuza bo'yicha sarfni kichik q bilan belgilanadi. Quvur va kanallardagi tezlik epyurasi (4.4 - rasm) dan ko'rinib turibdiki, tezlik devorida nolga teng bo'lib, devoridan uzoqlashgan sari kattalashib boradi. Quvurda tezlikning eng katta qiymati uning o'rtasida, kanalda esa erkin sirtga yaqin joyda bo'ladi.



4.4-rasm. Suyuqlik sarfi va o'rtacha tezlikka doir

chizma

Ixtiyoriy elementar oqimcha uchun elementar sarf $dQ = u d\omega$ ga teng. Oqim cheksiz ko'p elementar oqimchalardan tashkil topgani uchun elementar sarflarning yig'indisi, ya'ni butun oqimning sarfi integral ko'rinishda ifodalanadi:

$$Q = \int u d\omega \quad (4.1)$$

Bu yerda ω - harakat kesimi; $d\omega$ - harakat kesimining elementar oqimchaga tegishli bo'lagi.

Suyuqlik zarrachalarining hammasi bir xil tezlik bilan harakatlanganda bo'ladigan sarf, xaqiqiy harakat vaqtidagi sarfga teng bo'ladigan tezlik **o'rtacha tezlik** deb ataladi.

O'rtacha tezlik v harfi bilan belgilanadi va sarfni harakat kesimiga bo'lish yo'li bilan topiladi:

$$v = \frac{Q}{\omega} = \int \frac{(u d\omega)}{\omega} \quad (4.2.)$$

4.4. Suyuqlikning barqaror harakati uchun uzluksizlik tenglamasi

Yuqorida aytib o'tilganidek gidravlikada suyuqliklar tutash muhitlar deb qaraladi (ya'ni harakat fazosining istalgan nuqtasida suyuqlik zarrachasini topish mumkin). Elementar oqimcha va oqim uchun uzulmaslik tenglamasi suyuqlikning tutash oqimi (ya'ni har bir harakatdagi zarachaning oldida va ketida cheksiz yaqin masofada albatta yana biror zarracha mavjudligi) ning matematik ifodasi bo'lib xizmat qiladi. Suyuqlikning barqaror harakatini ko'ramiz. Elementar oqimcha uchun uzulmaslik tenglamasini chiqaramiz. Oqimda harakat o'qi 1-1 bo'lgan elementar oqimcha olamiz va uni 1-1 va 2-2 kesimlari orasidagi bo'lagini tekshiramiz (4.5-rasm). 1-1 kesimdagi yuza dS_1 tezlik u , 2-2 kesimdagi yuza dS_2 , tezlik u_2 , 2-2 kesimdagi yuza dS_2 , tezlik u_2 bo'lsin va bu kesimlarda tegishli elementar sarflar $q_1 = u_1 dS_1$ va $q_2 = u_2 dS_2$ ga teng bo'lsin. Bu holda 1-1 va 2-2 kesimlar orqali o'tuvchi elementar sarflar teng bo'ladi.

$$q_1 = q_2$$

Elementar sarflar tengligidan

$$u_1 dS_1 = u_2 dS_2$$

1-1 va 2-2 kesimlar ixtiyoriy tanlab, olinganligi uchun elementar oqimchanning xohlagan kesimi uchun elementar sarf teng bo'ladi, ya'ni :

$$u_1 dS_1 = u_2 dS_2 = \dots u_n dS_n = \text{const} \quad (4.3.)$$



4.5-rasm.

(4.3) tenglama elementar oqimcha uchun **uzulmaslik tenglamasi** deb ataladi. Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, elementar oqimchanning barcha kesimlarida elementar sarf bir xildir, u holda

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{dS_1}{dS_2}$$

Bundan elementar oqimchanning ixtieriy ikkita kesimidagi tezliklar bu kesimlar yuzasiga teskari proportsional ekanligi kelib chiqadi. Oqim uchun uzulmaslik tenglamasi elementar oqimcha uchun olingan sarflar yig'indisi shu oqim uchun oqim sarfini berishidan foydalanib,

$$\int u_1 dS_1 = \int u_2 dS_2$$

yoki o'rtacha tezlik orqali

$$\int u_1 dS_1 = \mathcal{Q}_1 S_1; \int u_2 dS_2 = \mathcal{Q}_2 S_2;$$

ligidan

$$g_1 S_1 = g_2 S_2$$

bundan

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{S_1}{S_2} \text{ bo'ladi.}$$

Tanlab olingan 1-1 va 2-2 kesimlar ixtiyoriy bo'lgani uchun

$$g_1 S_1 = g_2 S_2 = \dots = g_n S_n = \text{const}$$

Bu oqim uchun **uzluksizlik tenglamasidir**. Bundan ko'rinadiki oqimning yo'nalishi bo'yicha ko'ndalang kesimlarning yuzasi va tezligi o'zgarib borishi mumkin, lekin sarf o'zgarmaydi.

4.5. Ideal suyuqliklar harakati uchun (Eyler)

differentzial tenglamasi

Biz oldin ideal suyuqlik uchun harakat tenglamasini ko'rib chiqaylik. Suyuqlik harakat qilayotgan fazoda tomonlari dx , dy , dz bo'lgan elementar hajm ajratamiz (4.6-rasm). Hidrostatikada suyuqlikni asosiy tenglamasini chiqarganimizdagidek ifodalaymiz. Bu yerda farq suyuqlik harakatda bo'lganligi uchun bosim kuchlaridan tashqari inertsia kuchlari mavjudligidir. SHuning uchun girdostatikada suyuqlikning muvozanat shartidan foydalangan bo'lsak, bu yerda Dalmber printsiptidan foydalanamiz. U holda birlik massaga ta'sir etuvchisining x, u, z o'qlariga quyidagi proektsiyaga ega bo'ladi.

$$a_x = \frac{du_x}{dt}; a_y = \frac{du_y}{dt}; a_z = \frac{du_z}{dt};$$

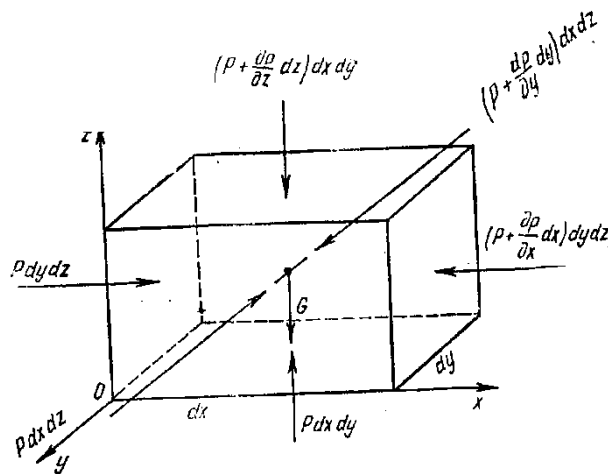
Birlik massaga ta'sir etuvchi bosim kuchlarining teng ta'sir etuvchilari

$$\left(-\frac{1}{\rho}\right)\frac{\partial p}{\partial x}; \left(-\frac{1}{\rho}\right)\frac{\partial p}{\partial y}; \left(-\frac{1}{\rho}\right)\frac{\partial p}{\partial z};$$

bo'ladi. SHuningdek, og'irlik kuchlari uchun x, u, z o'qlaridagi proektsiyalar X, U, Z . Endi x, u, z o'qlari bo'yicha Dalmber printsiptini qo'llasak, difrentsial tenglamalar sistemasiga ega bo'lamiz.

$$\begin{aligned} \frac{du_x}{dt} &= X - \left(-\frac{1}{\rho}\right)\frac{\partial p}{\partial x} \\ \frac{du_y}{dt} &= Y - \left(-\frac{1}{\rho}\right)\frac{\partial p}{\partial y} \\ \frac{du_z}{dt} &= Z - \left(-\frac{1}{\rho}\right)\frac{\partial p}{\partial z} \end{aligned} \quad (4.4)$$

Bu tenglamalar sistemasi **ideal suyuqliklar harakatining differentzial tenglamasi** deyiladi. U birinchi marta Eyler tomonidan suyuqliklar harakatini tekshirish uchun taklif qilingani uchun **Eyler tenglamasi** ham deb yuritiladi.



4.6-rasm. Suyuqliklar harakatining Eyler tenglamasiga doir chizma.

NAZORAT SAVOLLARI:

- 1) Oqimchali harakatni tushuntiring.
- 2) Oqim chizig'i, oqim naychasi va suyuqlik oqimlarini tushuntiring.
- 3) Harakat kesimini tushuntiring.
- 4) Suyuqlik sarfi va o'rtacha tezlikni tushuntiring.
- 5) Suyuqlikni uzilmaslik tenglamasini tushuntiring.
- 6) Ideal suyuqlik harakati uchun Eyler tenglamasini yozing va uni tushuntiring.
- 7) Gidrodinamikaning asosiy masalasi nimadan iborat?
- 8) Harakat turlarini tushuntiring.

TAYANCH IBORALAR:

Barqaror, beqaror harakat, bosim, vaqt, gidravlik radius, gidrodinamika, Dalamber printsipti, qattiq jismlar, koordinata, notekis, oqim chizig'i, radial tarqalayotgan, suyuqlik zarrachasi, suyuqlik zarrachasining troektoriyasi, suyuqlik miqdori, Suyuqlik sarfi, sferik sirt, tezlik yo'nalishi, tezlik vektori, tezlik epyurasi, tezlik, tekis sirt, tekis, tutash muhitlar, o'rtacha tezlik, harakat kesimi, harakat qonunlari, qo'llangan perimetr, egri sirt, Eyler tenglamasi, elementar oqimcha, erkin sirt.

REAL SUYUQLIKLAR HARAKATI VA QONUNLARI. BERNULLI TENGLAMASI.

REJA:

- 5.1. Real suyuqliklar harakati uchun Nav e – Stoks tenglamasi.
- 5.2. Elementar oqimcha uchun Bernulli tenglamasi.
- 5.3. Bernulli tenglamasining geometrik, (energetik) fizik mazmunlari.
- 5.4. Real suyuqliklar elementar oqimchasi uchun Bernulli tenglamasi.
- 5.5. Real suyuqliklar oqimi uchun Bernulli tenglamasi.
- 5.6. Gidravlik va p ezometrik qiyaliklar haqida tushuncha.
- 5.7. Tezlik va sarf o'lchash usullari va asboblari.

5.1. Real suyuqliklar harakati uchun Nav e–Stoks tenglamasi

Real suyuqliklarda gidrodinamik bosim mavjud bo'lib, harakat yo'q bo'lganda u gidrostatik bosimga aylanadi. Gidrodinamik bosimning xossalari gidrostatik bosim xossalriga qaraganda umumiyroqdir. Gidrodinamik bosim suyuqlikdagi ichki kuchlarni ifodalovchi va zo'riqish kuchlari deb ataluvchi kuchlar tarkibiga kiradi. Suyuqlik ichiga

joylashgan biror elementar hajmni olsak, unga tashqaridagi suyuqlik massasi ma'lum bir kuch bilan ta'sir qiladi. Ana shu kuch **zo'riqish kuchi** deyiladi. Zo'riqish kuchini to'qqizta kuch bilan almashtirish mumkin, bunday xususiyatlarga ega bo'lgan kattaliklar **tenzor** deyiladi. Bu kuchlarni uchta suyuqlikda ajratilgan tetraedr yon sirtlariga normal bo'yicha yo'nalgan bo'lib, ular zo'riqish **tenzorining normal tashkil etuvchilari** deyiladi. Tenzorning oltita qolgan tashkil etuvchilari sirtlarga urinma bo'yicha yo'nalgan bo'lib, zo'riqish kuchining urinma tashkil etuvchilari deyiladi. SHu kuchlarni teng ta'sir etuvchilarini topib, Dalamber printsipidan foydalansak, real suyuqliklarning harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$\begin{aligned}\frac{du_x}{dt} &= X + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \rho_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \rho_{zx}}{\partial z} \right) \\ \frac{du_y}{dt} &= Y + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \rho_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \rho_{zy}}{\partial z} \right) \\ \frac{du_z}{dt} &= Z + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \rho_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \rho_{zz}}{\partial z} \right)\end{aligned} \quad (5.1.)$$

Bu tenglamalar sistemasi siqilmaydigan suyuqliklar uchun **Nav e-Stoks tenglamasi** deyiladi.

5.2. Elementar oqimcha uchun Bernulli tenglamasi

(5.1.) tenglamalar sistemasini yechish yo'li bilan suyuqlik harakatlanayotgan fazoning har bir nuqtasidagi tezlik va bosimni topish mumkin. Lekin bu sistemalarni yechish katta qiyinchiliklar bilan amalga oshiriladi, ko'p hollarda esa hatto yechish mumkin emas. SHuning uchun gidravlikada ko'pincha o'rtacha tezlikni topish bilan chegaralanishga to'g'ri keladi. Buning uchun odatda Bernulli tenglamasidan foydalaniladi. Endi Eyler tenglamasidan foydalanish yo'li bilan elementar oqimcha uchun Bernulli tenglamasini chiqaramiz. Buning uchun (5.4.) tenglamalar sistemasidagi birinchi tenglamani dx ga, ikkinchisini dy ga va uchinchisini dz ga ko'paytirib, hosil bo'lgan tenglamalarni qo'shamiz. Natijada quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$\left(\frac{du_x}{dt} \right) dx + \left(\frac{du_y}{dt} \right) dy + \left(\frac{du_z}{dt} \right) dz = Xdx + Ydy + Zdz - \left(\frac{1}{\rho} \right) \left(\frac{dx \partial p}{\partial x} + \frac{dy \partial p}{\partial y} + \frac{dz \partial p}{\partial z} \right) \quad (5.2.)$$

va $dx = u_x dt$; $dy = u_y dt$; $dz = u_z dt$; $u^2 = u_x^2 + u_y^2 + u_z^2$ ligidan foydalanib,

(5.2.) tenglamaning chap tomonini quyidagi ko'rinishga keltiramiz.

$$\left(\frac{1}{2} \right) d(u_x^2 + u_y^2 + u_z^2) = \left(\frac{1}{2} \right) du^2 \quad (5.3)$$

(5.2.) ning o'ng tomonidagi $Xdx + Ydy + Zdz$ biror kuch potentsialining to'liq difrentsialidir. Agar shu potentsialni $F = f(x, y, z)$, deb belgilasak

$$Xdx + Ydy + Zdz = dF \quad (5.4)$$

Odatda suyuqlikka ta'sir qiluvchi massa kuch og'irlik kuchidir. Bu holda Dekart kordinatalar sistemasida quyidagicha bo'ladi.

$$F = -g z \quad (5.5.)$$

(5.2.) tenglamaning o'ng tomonida yana bosim bilan ifodalangan munosabat bo'lib, u bosimning to'liq difrentsialini ifodalaydi, ya'ni

$$\left(\frac{\partial p}{\partial x} \right) dx + \left(\frac{\partial p}{\partial y} \right) dy + \left(\frac{\partial p}{\partial z} \right) dz = dp \quad (5.6.)$$

(5.3.), (5.4.), (5.5.) va (5.6.) larni (5.2.) tenglamaga qo'ysak, u quyidagi ko'rinishga keladi

$$\left(\frac{1}{2}\right)du^2 + \left(\frac{1}{\rho}\right)dp + d(gz) = 0$$

Hosil bo'lgan tenglamani oqimchaning 1-1 kesimidan (5.5-rasmga k.) 2-2 kesimigacha integrallasak, quyidagi tenglamani hosil qilamiz;

$$\left(\frac{u_1^2}{2g}\right) + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \left(\frac{u_2^2}{2g}\right) + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 \quad (5.7)$$

Bu tenglama Bernulli tomonidan olingan bo'lib, uning nomi bilan ataladi. Gidravlikada harakatning asosiy tenglamasi bo'lib xizmat qiladi.

Bu tenglama elementar oqimcha uchun kinetik energiyaning o'zgarish qonunini ham ifodalaydi.

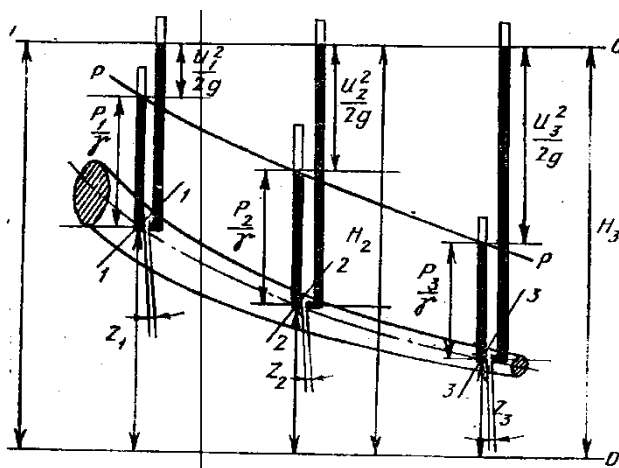
5.3. Bernulli tenglamasining geometrik, energetik va fizik mazmunlari

Bernulli tenglamasining har bir hadi o'zining geometrik va energetik mazmunlariga ega. Buni aniqlash uchun biror elementar oqimcha olib, uning 1-1, 2-2 va 3-3 kesimlarini ko'ramiz (5.1-rasm). Bu kesimlarning og'irlik markazi biror 0-0 tekislikdan z_1 , z_2 va z_3 masofalarda bo'lsin. Bular qiyosiy tekislik 0-0 dan elementar oqimchaning geometrik balandliklarini ko'rsatadi. Endi olingan 1-1, 2-2 va 3-3 tekisliklar markazida p ezometr (to'g'ri shisha naycha) va uchi egilgan shisha naychalar o'rnatamiz. Bu holda p ezometrlarda suyuqlik kesimlar og'irlik markaziga nisbatan ma'lum balandliklarga ko'tariladi. Bu ko'tarilish gidrostatika qismida ko'rganimizdek kesimlarda

$$h_1 = \frac{p_1}{\gamma}, h_2 = \frac{p_2}{\gamma}, h_3 = \frac{p_3}{\gamma}$$

ga teng bo'ladi

h_1, h_2, h_3 lar p ezometrik balandliklar deb ataladi.



5.1-rasm. Bernulli tenglamasining geometrik, energetik va fizik mazmunlariga doir chizma

Uchi egilgan shisha naychalarda suyuqlik p ezometrlardagiga qaraganda balandroqqa ko'tariladi. Buning sababi shundaki, uchi egilgan shisha naychalarda uning egilgan uchi suyuqlik harakati yo'nalishida bo'lib, gidrodinamik bosimga qo'shimcha suyuqlik tezligiga bog'liq bo'lgan bosim paydo bo'ladi. Bunda suyuqlik zarrachalarining

inertsia kuchi qo'shimcha bosimga sabab bo'ladi. Uchi egilgan shisha naychalardagi balandlik quyidagilarga teng:

$$h_1 = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g}, h_2 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g}, h_3 = \frac{p_3}{\gamma} + \frac{u_3^2}{2g}$$

P ezometrlardagi suyuqlik balandligi bilan uchi egilgan shishalardagi balandlik farqi

$$h'_1 - h_1 = \frac{u_1^2}{2g}, h'_2 - h_2 = \frac{u_2^2}{2g}, h'_3 - h_3 = \frac{u_3^2}{2g}$$

larga teng bo'ladi va **tezlik balandligi** deyiladi.

SHunday qilib, geometrik nuqtai nazaridan Bernulli tenglamasining hadlari quyidagicha ataladi:

$\frac{u_1^2}{2g}, \frac{u_2^2}{2g}, \frac{u_3^2}{2g}$ — suyuqlikning tegishli kesimlaridagi tezlik bosimi (balandligi):

$\frac{p_1}{\gamma}, \frac{p_2}{\gamma}, \frac{p_3}{\gamma}$ — p ezometrik balandliklar;

z_1, z_2, z_3 — geometrik balandliklar (tegishli kesimlarning og'irlik markazi 0-0 tekisligidan qancha balandlikda turishini bildiradi).

$\frac{u^2}{2g}, \frac{p}{\gamma}, z$ larning birliklari uzunlik birliklariga tengdir. P ezometrlardagi suyuqlik

balandliklarini birlashtirsak, hosil bo'lgan chiziq **p ezometrik chiziq** deyiladi.

Bernulli tenglamasidan tezlik balandligi, p ezometrik va geometrik balandliklarning umumiy yig'indisi o'zgarmas miqdor bo'lib, u 5.1-rasmda $0'-0'$ chizig'i bilan belgilanadi va **suyuqlikning bosim (dam) tekisligi** deb ataladi.

Gidrodinamikada bu uchta balandliklar $\frac{u^2}{2g}, \frac{p}{\gamma}, z$ ning yig'indisi suyuqlikning to'liq bosimi (dami) deb ataladi va H bilan belgilanadi:

$$H = \frac{u^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} = \text{const}$$

Bular ideal elementar oqimchalar uchun Bernulli tenglamasining geometrik ma'nosini bildiradi. Uning energetik ma'nosi kinetik energiyaning o'zgarish qonuni bo'yicha chiqarilishiga asoslangan. Boshqacha aytganda, Bernulli tenglamasi suyuqliklar uchun energiyaning saqlanish qonunidir. Bernulli tenglamasi (5.7.) ning chap tomoni elementar oqimchanning 1-1 kesimdagi to'liq solishtirma energiyasi bo'lib, u 2-2 kesimdagi to'liq solishtirma energiyasiga teng yoki umuman o'zgarmas miqdordir. Bu yerda solishtirma energiya deb og'irlik birligiga to'g'ri kelgan energiya miqdoriga aytiladi. Bu aytilganlarga asosan Bernulli tenglamasi hadlarining energetik va fizik ma'nosi quyidagicha bo'ladi:

$\frac{u_1^2}{2g}, \frac{u_2^2}{2g}, \frac{u_3^2}{2g}$ — elementar oqimchanning 1-1, 2-2, 3-3 kesimlarga tegishli solishtirma

kinetik energiyasi;

$\frac{p_1}{\gamma} + z_1, \frac{p_2}{\gamma} + z_2, \frac{p_3}{\gamma} + z_3$ — elementar oqimcha kesimlari uchun solishtirma potentsial

energiya.

$\frac{p_1}{\gamma}, \frac{p_2}{\gamma}, \frac{p_3}{\gamma}$ — kesimlarga tegishli bosim bilan ifodalanuvchi solishtirma energiya

z_1, z_2, z_3 — 1-1, 2-2, 3-3 kesimlarga tegishli og'irlik bilan ifodalanuvchi solishtirma energiya.

Suyuqlik harakati vaqtida mexanikaning qonunlariga asosan, ish bajariladi. SHu bajarilgan ishlar bo'yicha Bernulli tenglamasini quyidagicha sharhlash mumkin: ikkita kesim uchun yozilgan Bernulli tenglamasi (5.7) shu ikki kesimga tegishli xadlarining ayirmalaridan tashkil topadi:

$\frac{(u_1^2 - u_2^2)}{2}$ - kinetik energiyaning birlik og'irlik uchun o'zgarishi;

$\frac{(p_1 - p_2)}{\gamma}$ -bosim kuchi bajargan ishning birlik og'irlikka tegishli qismi;

$z_1 - z_2$ - og'irlik kuchi bajargan ishning birlik og'irlikka tegishli qismi.

Demak, suyuqlik harakat qilayotganda solishtirma kinetik va solishtirma potentsial energiyalar harakat davomida o'zgarib boradi, lekin to'liq solishtirma energiya o'zgarmas bo'ladi.

5.3. Real suyuqliklar elementar oqimchasi uchun Bernulli tenglamasi

Endi real suyuqlik elementar oqimchasi uchun Bernulli tenglamasining grafigini chizamiz.

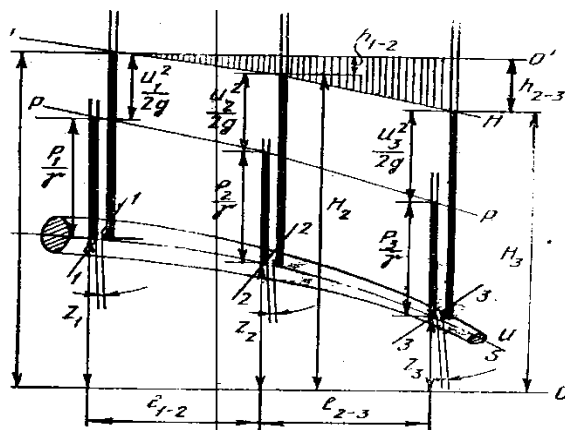
Buning uchun harakat o'qi S-S, 1-1, 2-2 va 3-3 kesimlardagi tezliklar u_1, u_2, u_3 bosimlari r_1, r_2, r_3 bo'lgan elementar oqimcha olamiz. Bu oqimcha uchun p ezometr va uchi egilgan shisha naycha olamiz. P ezometrlardagi suyuqlik balandliklarini tutashtirib p ezometrik chiziq r-r ni hosil qilamiz. Uchi egik naylarda suyuqlik balandliklarini birlashtirib, suyuqlik bosimi chizig'i N-N ni hosil qilamiz (5.2-rasm), qurilgan grafikni ideal suyuqlik uchun olingan grafik (5.1-rasm) bilan solishtiramiz. Natijada ideal suyuqlik uchun oqimchani birinchi qismidagi gidravlik bosimlarga tengligini, ya'ni $N_1 = N_2 = N_3 = \text{const}$ ekanligini, real suyuqlik uchun birinchi kesimdagi gidrodinamik bosim N_1 ikkinchi va uchunchi kesimlardagi bosimlarga teng emasligini, ya'ni $N_1 \neq N_2 \neq N_3$ ekanligini ko'ramiz. Rasmdan $N_1 > H_2 > H_3$.

Demak, real suyuqlikning elementar oqimchasi harakat qilganda solishtirma energiyaning ma'lum bir qismi yo'qotilar ekan, birinchi va ikkinchi kesimlar orasidagi bu yo'qotishni h_{1-2} harfi bilan belgilaymiz. Bunda indeks, orasida yo'qotish bo'layotgan kesimlar nomerini ko'rsatadi. Aytilgan yo'qotishni mohiyatini quyidagicha izohlash mumkin. Real suyuqlik elementar oqimchasi harakat qilayotganda ichki ishqalanish kuchi natijasida gidravlik qarshilik paydo bo'ladi. Uni yengish uchun albatta ma'lum bir miqdorda energiya sarflash kerak. Bu sarflangan energiya ko'rilayotgan harakat uchun tiklanmaydi. Yuqorida keltirilgan tengsizlik ana shu yo'qotilgan energiya hisobiga bo'ladi. Birinchi va ikkinchi kesimlar orasidagi yo'qotilgan solishtirma energiya gidravlik bosimlar farqiga teng;

$$h_{1-2} = H_1 - H_2,$$

Yuqorida ko'rilganga asosan

$$H_1 = \frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1; H_2 = \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2$$



6.2-rasm. Real suyuqliklar uchun geometrik, p ezometrik va tezlik balandliklari.

Bundan $\frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_{1-2}$

natijada quyidagi tenglamani olamiz

$$\frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_{1-2} \quad (5.8.)$$

Olingan tenglama **real suyuqliklar elementar oqimchasi uchun Bernulli tenglamasidir**. Bu tenglama ideal suyuqliklardan to'rtinchi hadi bilan farq qiladi.

5.5. Real suyuqliklar oqimi uchun Bernulli tenglamasi

Oqim cheksiz ko'p elementar oqimchalardan tashkil topganligidan shu oqimchalar energiyalarining harakat kesimi bo'yicha integralini olish yo'li bilan oqim uchun Bernulli tenglamasini hosil qilish mumkin:

$$\int \left(\frac{u_1^2}{2g} \right) d\omega + \int \left(\frac{p_1}{\gamma} \right) d\omega + \int z_1 d\omega = \int \left(\frac{u_2^2}{2g} \right) d\omega + \int \left(\frac{p_2}{\gamma} \right) d\omega + \int z_2 d\omega + \int h_{1-2} d\omega \quad (5.9.)$$

Oqimning har bir elementar oqimchasida tezlikni hisoblash qiyin bo'lgani uchun (5.9) tenglamadagi integralni hisoblash ham qiyinlashadi. SHuni nazarga olib, oqim uchun Bernulli tenglamasida tezliklarni o'rtacha tezlik $\bar{u}$ bilan almashtiriladi. Elementar oqimcha geometrik balandligi bo'yicha integral oqimning harakat kesimi og'irlik markazining geometrik balandligiga, bosim bo'yicha integral esa ana shu geometrik balandlikdagi nuqtaga qo'yilgan bosimga aylanadi, Elementar oqimchanmng 1-1 va 2-2 kesimlarida bosimning kamayishi bo'yicha olingan integral ham oqim uchun bosimning o'rtacha kamayish miqdoriga aylanadi.

SHunday qilib, yuqorida aytilganlarga asosan (5.9.) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\frac{\alpha_1 \bar{u}_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha_2 \bar{u}_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + H_{1-2} \quad (5.10)$$

bu yerda: α_1, α_2 – birinchi va ikkinchi kesimlarda tezlikning notekis tarqalganini hisobga oluvchi koeffitsient; H_{1-2} –birinchi va ikkinchi kesimlar uchun bosimning kamayishi.

5.6. Gidravlik va pezometrik qiyaliklar haqida

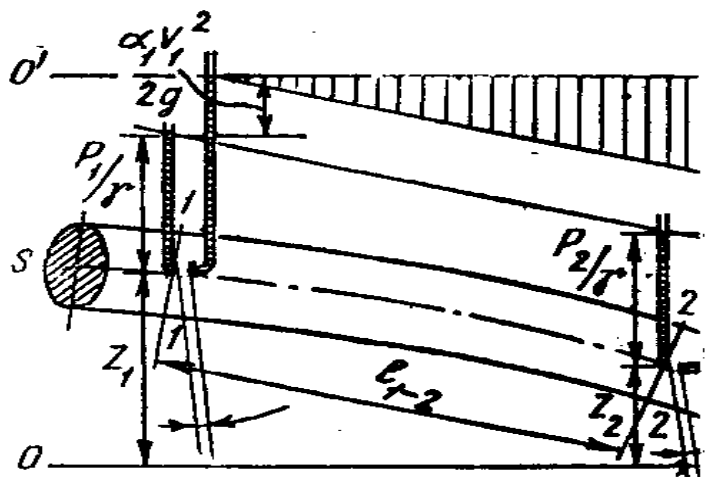
Gidravlikada hisoblash ishlarini bajarishda gidravlik I va p ezometrik I_p qiyaliklardan foydalaniladi. Bosim chizig'ining uzunlik birligiga to'g'ri kelgan pasayishi **gidravlik**

qiyalik deyiladi. 5.3-rasmda oqim uchun bosim va p ezometrik chiziqlar keltirilgan. Bu chiziqlar umumiy holda egri chiziq bo'ladi.

Agar bosim chizig'i egri chiziq bo'lsa, u holda gidravlik qiyalik differentsial ko'rinishga ega bo'ladi.

P ezometrik chiziqning uzunlik birligiga to'g'ri kelgan pasayishi p ezometrik qiyalik deb ataladi.

Tekis harakat vaqtida tezlik o'zgarmaganligi ($\vartheta_1 = \vartheta_2$) uchun gidravlik va p ezometrik qiyaliklar teng bo'ladi.



5.3-rasm. Gidravlik va p ezometrik qiyaliklar.

5.7. Tezlik va sarf o'lchash usullari va asboblari

Suyuqlik sarfi va tezligini o'lchashning eng oson usuli hajmiy va og'irlik usullaridir.

1. Hajmiy usulda tekshirilayotgan oqimdan maxsus darajalangan idish (menzurka) ga tushadi. Idishning to'lish vaqti sekundomer yordamida aniq o'lchanadi. Agar idishning hajmi V , o'lchangan vaqt T bo'lsa, hajmiy sarf quyidagiga teng bo'ladi

$$Q = \frac{V}{T}$$

Oqimning harakat kesimi ma'lum bo'lsa, uning tezligi

$$\vartheta = \frac{Q}{S}$$

bilan topiladi.

2. Og'irlik usulida biror idishga oqimdan suyuqlik tushiriladi. Tarozi o'lchash yo'li bilan idishdagi suyuqlikning og'irligi topiladi. Idishning to'lish vaqti T bo'lsa, og'irlik sarfi quyidagiga teng:

$$G = \frac{G_0 V}{T}$$

Suyuqlikning hajmiy sarfi og'irlik bo'yicha sarfini solishtirma og'irlikka bo'lish yo'li bilan aniqlanadi:

$$Q = \frac{G}{\gamma}$$

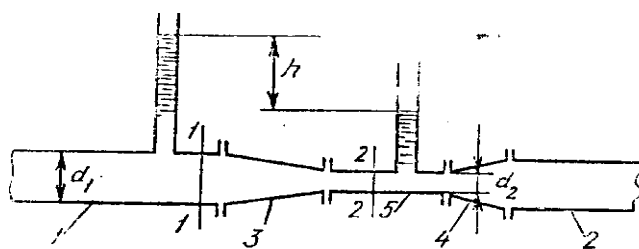
Bu usullar, albatta, kichik miqdordagi sarflarni o'lchash uchun qo'llaniladi. Katta sarflarni bu usulda o'lchashda katta o'lchov idishlari kerak bo'ladi. Ikkinchidan, truboprovod va kanallarda sarfni yuqoridagi usul bilan o'lchanganda oqimning tuzilishi

o'zgaradi va o'lchash natijasida katta xatolar bilan chiqadi. SHuning uchun ko'pincha Quvurlar va kanallardagi sarf boshqa usullar bilan o'lchanadi.

Venturi suv o'lchagichi maxsus Quvurdan suv o'tishiga asoslangan bo'lib, tuzilishi sodda va harakatlanuvchi qismlari yo'qdir. Bu asbob talabga qarab vertikal yoki gorizontol joylashtiriladi. Uning gorizontol holdagisini ko'ramiz.(5.4-rasm.)

$$g_2 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}}$$

Venturi suv o'lchagichini tezligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:



5.4-rasm. Venturi suv o'lchagichi.

Suyuqlik sarfi esa quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = g_2 S_2 = S_2 \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}}$$

Suv o'lchagich shayba (diafragma) ikki Quvur bo'lagi o'rtasiga halqadan iborat bo'lib uning ichki aylanma teshigining chekkalari 45° burchak ostida qiyalangan yoki oqib o'tuvchi oqimcha shaklida silliqilgan bo'ladi. Halqaning ikki tomoniga p ezometr yoki defferentsial monometr o'rnatilgan bo'lib, ular diafragmaning ikki tomonidagi bosimlar farqini aniqlashga yordam beradi.

Sarf pezometrlardagi suyuqlik sathlarining farqi orqali, quyidagi formula bilan

$$Q = c_1 \sqrt{h}$$

aniqlanadi:

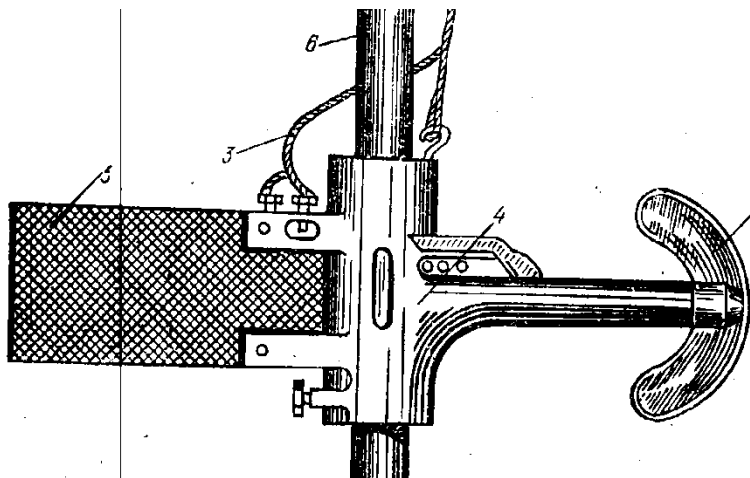
s₁-koeffitsient har bir diafragma uchun tajriba asosida aniqlanadi.

Vertushka val 2 ga o'rnatilgan aylanma kurakchalar 1 ga ega bo'lgan g'ildirak bo'lib, asosiy korpusga mahkamlanadi (5.5-rasm). Vertushka suv oqimiga to'g'ri yo'naltirilishi uchun korpus 4 ga qanotcha o'rnatilgan. Vertushkadan o'tkazgichlar 3 elektrik qo'ng'iroq tortilgan

bo'lib, kurakchalar aylanganda elektr zanjirini tutashtiradi va qo'ng'iroq jiringlaydi yoki maxsus schyotchik aylanish sonini avtomatik hisoblaydi. Suvga tushirilgan vertushkaning kurakchalari suvning tezligiga qarab sekinroq yoki tezroq ayanadi. SHuning uchun suyuqlikning tezligi schyotchikning ko'rsatgichi yoki vaqt birligi qo'ng'iroqning jiringlash soniga qarab aniqlanadi. Kanallarda suyuqlik sarfini topish uchun ularning ko'ndalang kesimini ΔS₁, ΔS₂, ΔS₃ elementlar yuzalarga bo'lib chiqamiz.

Bu yuzalarning geometrik markazlarida tezliklarni vertushka yordamida o'lchab, ularni yuzalarga ko'paytirsak, har bir kesim bo'yicha sarf kelib chiqadi:

$$q_1 = \Delta S_1 v_1; q_2 = \Delta S_2 v_2; \dots, q_n = \Delta S_n v_n$$



5.5-rasm. Pirildoq.

Kanalda oqayotgan suyuqlik sarfi bu sarflar yig'indisiga tengdir;

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i = \Delta S_1 v_1 + \Delta S_2 v_2 + \dots + \Delta S_n v_n$$

Bu usul gidrometrik o'lchashlarda eng ko'p qo'llaniladigan usuldir.

Pito naychasi uchi to'g'ri burchak hosil qilib egilgan naycha bo'lib, uning egilgan uchi suyuqlik oqimi yo'nalishiga qarama qarshi bo'lib qo'yiladi. Naychaning ikkinchi uchi suyuqlikdan tashqariga chiqib turadi (5.6-rasm). Bu holda ozod sirtida va naychadagi suyuqlik sathidan bosim atmosfera bosimga teng. SHuning uchun naychadagi suyuqlikning balandligi h oqimning tezlik bosimini beradi, ya'ni

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

Bundan tezlikni topish formulasi kelib chiqadi:

$$v = \sqrt{2gh}$$

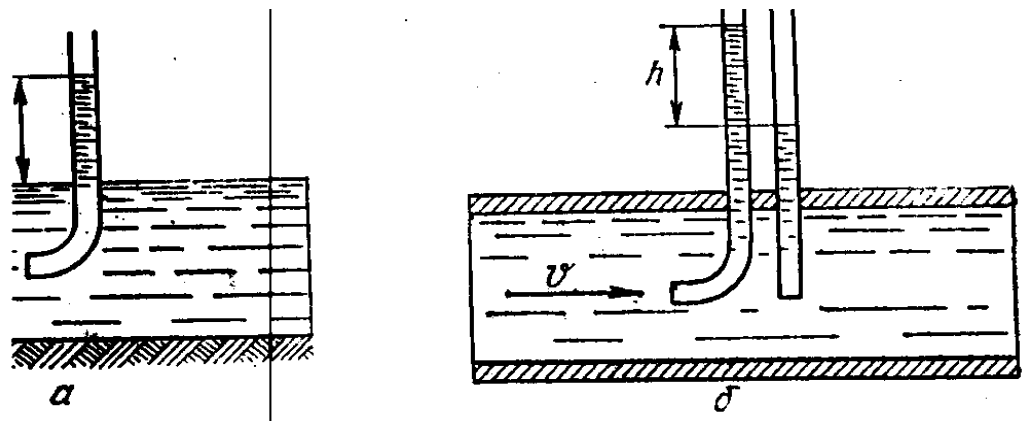
$$v = a\sqrt{2gh}$$

Tezlikni xaqiqiy miqdori oxirgi formula bilan hisoblangan miqdorga to'g'ri kelmaydi. SHuning uchun bu formulaga tuzatish koeffitsienti a kiritiladi:

Bu yerda: a - koeffitsient, u har bir naycha uchun tajriba yo'li bilan aniqlab qo'yiladi.

Pito naychasi ochiq sirtli oqimlarda tezlikni o'lchash uchun qo'llaniladi.

Prandtl naychasi Pito naychasining qulaylashtirilgani bo'lib, u Quvurlardagi tezliklarni o'lchash uchun qo'llaniladigan ikkita naychadan iborat.



5.6-rasm. Tezlik o'lchagich naychalar.

NAZORAT SAVOLLARI:

- 1) Real suyuqlik harakati uchun Nav e–Stoks tenglamasini keltiring.
- 2) Elementar oqimcha uchun Bernulli tenglamasini keltiring.
- 3) Real suyuqlik elementar oqimchasi uchun Bernulli tenglamasini keltiring.
- 4) Bernulli tenglamasining geometrik ma'nosini tushuntiring.
- 5) Bernulli tenglamasining fizik (energetik) ma'nosini tushuntiring.
- 6) Real suyuqlik oqimi uchun Bernulli tenglamasini keltiring.
- 6) Gidravlik va p ezometrik qiyaliklarni tushuntiring.
- 7) Tezlik va sarfni o'lchash usullarini tushuntiring.
- 8) Tezlik va sarfni o'lchash asboblarini ishlash printsipini keltiring.

TAYANCH IBORALAR:

Bernulli, bosim chizig'i, bosim, Venturi suv o'lchagichi, vertushka, geometrik balandligi, geometrik mazmuni, gidravlik bosim, gidravlik bosimlar farqi, gidravlik qarshilik, gidravlik qiyalik, gidravlika, gidrodinamik bosim, gidrostatik bosim, defferentsial monometr, zo'riqish kuchlari, ideal suyuqlik.

SUYUQLIK HARAKATINING TARTIBLARI VA GIDRODINAMIK O'XSHASHLIK ASOSLARI

REJA:

- 6.1. Suyuqlik harakatining ikki tartibi. Reynolds kritik soni.
- 6.2. Gidrodinamik o'xshashlik asoslari.
- 6.3. Laminar oqimda tezlikning tsilindrik Quvur kesimi bo'yicha taqsimlanishi.
- 6.4. Oqimning boshlang'ich bo'lagi.
- 6.5. Suyuqlik turbulent harakatlarining xususiyatlari.
- 6.6. Turbulent harakatda tezlikni tebranishi va o'rtacha tezlik.
- 6.7. Gidrodinamik yog'lash nazariyasi.

6.1. Suyuqlik harakatining ikki tartibi. Reynol ds 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 va turbulent.

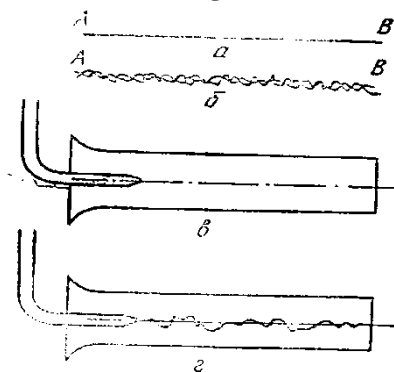
Laminar harakat vaqtida suyuqlik zarrachalari qavat-qavat bo'lib joylashadi va ular bir qavatdan ikkinchi qavatga o'tmaydi. Boshqacha aytganda, suyuqlik zarrachalari oqimlar harakatiga ko'ndalang yo'nalishda harakatlanmaydi.

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 chiziqli bo'yicha oqim ko'rinishida ketadi (6.1-rasm, a).

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 kaytib 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.

Suyuqlik harakatining bu ikki tartibini ingliz olimi O.Reynold s tajribada har tomonlama tekshirgan va u suyuqliklar harakatining muhim qonuniyatini kashf qilgan. Suyuqlik harakatini tezlikning oqim o'lchamiga ko'paytmasining qovushoqlik kinematik koeffitsientiga nisbatidan iborat o'lchovsiz miqdor xarakterlar ekan. Bu miqdor olimning hurmatiga Reynol ds soni deb atalgan va formulalarda Re bilan belgilanadi. TSilindrik Quvurlardagi oqim uchun Reynol ds soni quyidagicha hisoblanadi:

$$Re = \frac{\rho d v}{\mu} \quad (6.1.)$$



6.1-rasm. Laminar va turbulent harakatgadoir chizma.

Reynolds aniqlashicha, bu miqdorning kichik qiymatlarida laminar harakat bo'lib, uning oshib borishi natijasida u turbulent harakatga aylanadi.

Suyuqlikning laminar harakatdan turbulent harakatga o'tishini Re sonining kritik miqdori bilan aniqlanadi va u **Reynol dsning kritik soni** deb atalib, Re_{kr} bilan belgilanadi. Bu son tsilindrik Quvurlar uchun $Re_{kr}=2320$

Laminar tartib $Re < 2320$ da;

O'tkinchi tartib $2320 < Re < 10000$

Barqarorlashgan turbulent tartib $Re > 10000$

6.2. Gidrodinamik o'xshashlik asoslari

Texnikada giravlik qurilmalarni yaratish yoki tabiatdagi biror voqeani tekshirish uchun laboratoriya sharoitida uning kichraytirilgan modellarida tajribalar o'tkazish va bu tajribalar natijasiga qarab asosiy qurilma yoki hodisa haqida xulosa chiqariladi.

Modellarni yasash va ularda olingan natijalarni rostakam nusxasiga o'tkazish uchun model bilan rostakam hodisani bir-biri bilan bog'lovchi qonuniyatlarni bilish zarur bo'ladi. Rostakam nusxa bilan model o'rtasidagi bu qonuniyatlar **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 voqeaning bir-biriga o'xshash bo'lishi uchun, birinchidan ularning geometrik parametrlari o'xshash bo'lishi, ikkinchidan, kinematik va dinamik parametrlari o'xshash bo'lishi kerak. Hodisalarning o'xshashligi fizik o'xshashlik, vaqt o'xshashligi, chegaraviy shartlarning o'xshashligini ham uz ichiga olishi kerak.

Ikki o'xshash hodisa uchun uzunlik o'lchamlari nisbati

$$\frac{l_1}{L_1} = \frac{l_2}{L_2} = \frac{l_3}{L_3} = \dots = \frac{l_n}{L_n} = \text{const}$$

mavjud bo'lsa geometrik o'xshash, tezlik o'lchamlari nisbati

$$\frac{u_1}{U_1} = \frac{u_2}{U_2} = \frac{u_3}{U_3} = \dots = \frac{u_n}{U_n} = \text{const}$$

mavjud bo'lsa kinematik o'xshash, mazkur ikki hodisa uchun:

$$\frac{t_1}{T_1} = \frac{t_2}{T_2} = \frac{t_3}{T_3} = \dots = \frac{t_n}{T_n} = \text{const}$$

bo'lsa, ularda vaqt o'xshashligi mavjud bo'ladi.

Yuqoridagi nisbatlarning tengligini ifodalovchi o'zgarmas miqdorlar **o'xshashlik doimiysi** deb ataladi. O'xshashlik doimiylari ikki o'xshash hodisa uchungina bo'lmay, bir qancha hodisalar uchun bo'lsa, u holda ular **o'xshashlik aniqlovchisi** deyiladi. Agar o'xshashlik aniqlovchisi oddiy o'lchamlar nisbati bilan ifodalansa, ular **simplekslar** deyiladi. Agar o'xshashlik aniqlovchisi o'lchamlar murakkab kombinatsiyalarning nisbati sifatida ifodalansa, u holda **o'xshashlik kriteriyalari** deyiladi.

Gidrodinamik o'xshashlikni quyidagi to'rtta kriterial miqdorlar aniqlaydi:

Struxal kriteriyasi $Sh = \frac{1}{g\tau}$

Reynold s kriteriyasi $Re = \frac{gl}{\nu}$

Eyler kriteriyasi $Eu = \frac{\rho}{\rho g^2}$

Frud kriteriyasi $Fr = \frac{g^2}{gl}$

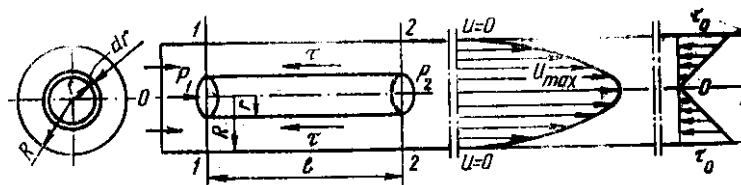
6.3. Laminar oqimda tezlikning tsilindrik Quvur kesimi bo'yicha taqsimlanishi.

Endi tsilindrik Quvurdagi suyuqlikni laminar harakatini ko'ramiz. qovushoq suyuqliklar Quvurda laminar harakat qilganda uning oqimchalari bir-biriga parallel harakat qiladi. Quvur devorlari esa unga yopishib qolgan suyuqlik zarrachalari bilan qoplanadi. SHunday qilib, Quvur devoridagi suyuqlik zarrachalarining tezligi nolga teng. Suyuqlikning devorga yopishgan qavatidan keyingi qavati esa suyuqlik zarrachalari bilan qoplangan Quvur devori ustida sirpanib boradi. Agar Quvur ichidagi suyuqlikni xayolan cheksiz ko'p yupqa qavatlariga ajratsak, u holda har bir qavat o'zidan oldingi qavat sirtida siljib boradi. Yuqorida aytilganga ko'ra Quvur devori sirtidagi qavatning tezligi nolga

teng bo'lib, Quvur o'qiga yaqinlashgan sari tezlik oshib boradi. O'qda esa tezlik maksimal qiymatga ega bo'ladi. SHuning uchun Quvur ichidagi ishqalanish kuchi N'yuton qonuni bilan ifodalanadi:

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

Quvur ichida uzunligi l va radiusi r bo'lgan elementar naycha (oqimcha) ajratib olamiz. (6.2-rasm).



6.2-rasm. Laminar harakatda tezlikning Quvur kesimi bo'yicha taqsimlanishi.

Bu naychanning yuzalari dS bo'lgan 1-1 kesimi bo'yicha p_1 bosim, 2-2 bo'lgan kesimi bo'yicha esa p_2 bosim ta'sir qilsin. Radiusi R bo'lgan tekshirilayotgan Quvurdagi harakat gorizontaal va tekis bo'lsin. U holda elementar naychaga ta'sir qilayotgan kuchlar kesimdagi bosim kuchi.

$$P_1 = p_1 dS_1$$

2-2 kesimdagi bosim kuchi

$$P_2 = p_2 dS_2$$

Ishqalanish kuchi

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

dan iborat.

U holda elementar naychanning muvozanat shartidan quyidagini yoza olamiz:

$$P_1 - P_2 - T = 0 \quad (6.2.)$$

Elementar naycha kesimi $dS = \pi r^2$ ekanligini nazarda tutib, (6.2.)dan quyidagi tenglamani keltirib chiqaramiz:

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

Bundan ushbu differentsial tenglamani keltirib chiqaramiz:

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

Oxirgi tenglamaning o'zgaruvchilarini ajratamiz:

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

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

$$u = \frac{p_1 - p_2}{4\mu l} \cdot (R^2 - r^2) \quad (6.3)$$

hosil qilingan tenglama parabola tenglamasi bo'lib, u tezlikning tsilindrik Quvur kesimi

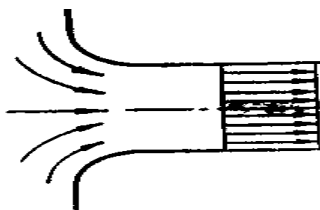
bo'yicha taqsimlanishini ko'rsatadi (6.3) dan ko'rinib turibdiki, Quvurdagi harakat tezligi $r=0$ da maksimumga erishadi.

$$u_{\max} = \frac{p_1 - p_2}{4\mu l} \cdot (R^2) \quad (6.4)$$

Demak, tsilindrik Quvurda laminar harakat tezligi ko'ndalang kesimda parabola qonuni bo'yicha taqsimlangan bo'ladi. Tezlikning maksimal qiymati esa Quvurning o'qi bo'yicha yo'nalgan bo'ladi.

6.4. Oqimning boshlang'ich bo'lagi.

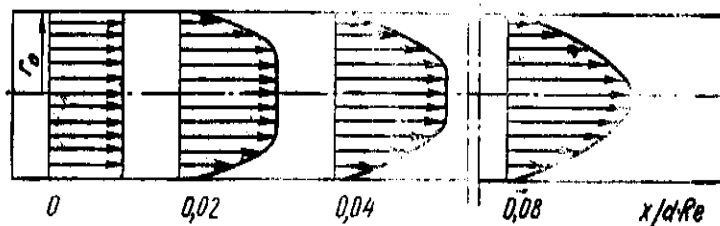
Quvurga endi kirgan suyuqlik boshlang'ich kesimdan boshlab ma'lum masofa o'tgandan keyingina laminar harakatga doir bo'lgan parabolik qonun bo'yicha taqsimlangan bo'ladi. Laminar harakatning Quvurda rivojlanishi quyidagicha tasavvur qilish mumkin. Hajmi juda katta idishdan suyuqlik Quvurga kirsin va Quvur kirish qismining chekkalari yaxshilab dumaloqlangan bo'lsin. Bu holda boshlang'ich kesimda tezlik deyarli o'zgarmas bo'ladi. Bu qonun faqat chegara (yoki devoroldi) qatlam deb ataluvchi devor ustidagi yupqa qavatdagina buziladi. Bu qavatda suyuqlikning devorga yopishishi natijasida tezlik keskin kamayib, devorga nolga tenglashadi. SHuning uchun kirish qismida tezlik chizig'i to'g'ri chiziq kesmasi (6.3-rasm) bilan ifodalanadi.



6.3-rasm

Kirish qismidan uzoqlashgan sari devorlardagi ishqalanish kuchi ta'sirida chegara 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 oshadi.

SHunday qilib, Quvurning 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.



6.4-rasm. Laminar harakatning Quvurda rivojlanib borishiga doir chizma.

SHunday qilib oqimning rivojlanishi tugab, tezlik chizig'i odatdagi laminar oqimga xos parabolik shaklni qabul qiladi. Quvurning boshlang'ich qismidan 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:

$$L_{bosh} = 0,028 Re D$$

Bu formuladan ko'rinadiki, boshlang'ich bo'lak Reynol ds soniga va Quvurning diametriga proporsional ekan. Hidrotexnika kursida bu masalani nazariy usul bilan hal qilingan bo'lib, olingan formulalar tajribadagi qiymatlarga juda yaqin keladi.

6.4.1. Laminar oqimda suyuqlik sarfi va o'rtacha tezlik.

Endi Quvurda oqayotgan suyuqlikning sarfini topamiz. Eni dr ga teng bo'lgan halqa bo'yicha oqayotgan elementar sarf quyidagiga teng bo'ladi.

$$dQ = 2\pi r dr U$$

Oxirgi tenglikka (6.3) dan tezlikning formulasini qo'ysak, quyidagini olamiz

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

Bu tenglikni chap tomonini 0 dan Q gacha, o'ng tomonini esa 0 dan R gacha integrallab

$$Q = \frac{\pi R^4 (p_1 - p_2)}{8\mu l} \quad (6.5)$$

munosabatni olamiz. Bu holda o'rtacha tezlik oldingi ma'ruzalarimizga asosan quyidagicha topiladi:

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi R^2} = \frac{(p_1 - p_2) R^2}{8\mu l} \quad (6.6)$$

(6.6) va (6.4) munosabatlarni solishtirib, Quvurda laminar harakat vaqtida o'rtacha tezlik bilan maksimal orasidagi munosabatni topamiz:

$$g = \frac{u_{max}}{2}$$

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

6.5. Suyuqlik turbulent harakatlarining xususiyatlari.

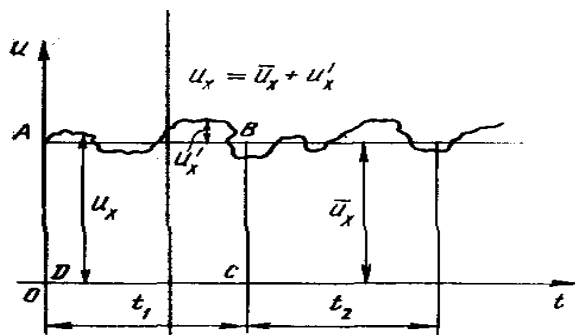
Suyuqliklarning turbulent harakati tabiatda va texnikada keng tarqalgan bo'lib, gidravlik hodisalar ichida eng murakkablari qatoriga kiradi. Bu harakat juda ko'p tekshirilgan bo'lishiga qaramay, hozirgacha harakatning turbulent turi uchun umumlashgan nazariya yaratilgan emas. SHuning uchun ham turbulent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

Turbulent harakatda suyuqlikning har bir zarrachasi juda ham murakkab egri chiziqli traektoriya bo'yicha harakat qiladi va har bir qanday ikki zarrachaning traektoriyalari bir-biriga o'xshamaydi, lekin hamma zarrachalar bir tarafga A nuqtadan V nuqta tarafga harakat qiladi. SHunga asosan bir qarashda betartib harakat qilayotgandek ko'ringan zarrachalar harakatida qandaydir umumiylikni aniqlash mumkin. Hatto bu umumiylikni faqatgina sifat o'xshashligi ko'rinishida emas, balki miqdor o'xshashligi ko'rinishida ham ifodalash mumkin. Ana shu o'xshashliklar asosida turbulent harakatning qonuniyatlarini yuzaga keltirib chiqariladi.

6.6. Turbulent harakatda tezlikni tebranishi va o'rtacha tezlik.

Turbulent harakat qilayotgan suyuqlik biror nuqtadagi tezlikning koordinata o'qlaridagi proektsiyalarini tekshiramiz. Misol uchun tezlikning oqim yo'nalishidagi proektsiyasi bo'lsin. U holda u_x ning miqdori vaqt davomida ortib va kamayib boradi. Bu o'zgarishni grafik ko'rinishda ifodalasak u

6.5-rasmda tasvirlangan grafikka uxshaydi va u_x tezlik proektsiyasining pul satsiyasi deb ataladi. Tezlikning boshqa o'qlardagi proektsiyalari (u_y, u_z) uchun ham xuddi shunday pul satsiya grafiklari tuzish mumkin. SHunday qilib, tezlik pul satsiyasi uning biror yo'nalishdagi proektsiyasini vaqt davomida ortib va kamayib borish hodisasidan iborat. Uni tajribada tezlik o'lchovchi asboblari yordamida (masalan, Pito trubkasidagi suyuqlik sathining o'zgarishini sezgir mikromonometrlar yordamida) kuzatish mumkin. Oqayotgan suvda suv o'tlari novdalarining to'xtovsiz tebranma harakat qilishi ham bizga pul satsiya 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.



6.5-rasm.

Tenglashtirilgan tezlik tushunchasini ko'z oldimizda keltirish uchun 6.5-rasmdan foydalanamiz. Grafikda tezlikning o'zgarishini to'liq xarakterlash uchun yetarli bo'lgan t_1 vaqt intervalini olamiz va grafikda vaqt o'qiga parallel qilib, shunday AV chiziq o'tkazamizki, hosil bo'lgan AVSD to'rtburchakning yuzi S_{AVSD} pul satsiya grafigining t_1 oraliqdagi bo'lagi bilan DS chizig'i orasidagi yuza S_{AVSD}^I ga teng bo'lsin. U holda AVSD to'rt burchakning balandligi tenglashtirilgan tezlikka teng bo'ladi va u_x deb belgilanadi.

Yuqorida aytib o'tilganlar turbulent harakatning beqaror harakat ekanligini ko'rsatadi. Agar biz pul satsiya grafigida t_1 interval davomida yetarli 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 borsakda, barcha bu intervallar uchun olingan tenglashtirilgan tezliklar bir-biriga 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:

$$\bar{u} = \frac{dV}{(\Delta t dS)} \quad (6.7)$$

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

$$u_x = \bar{u}_x + u'_x$$

Oniy va tenglashtirilgan tezliklar orasidagi farqlar manfiy yoki musbat bo'lishi mumkin va **tezlik pul satsiyasi** deb ataladi. Ko'rinib turibdiki, tezlik pul

satsiyalarining yetarli katta intervaldagi yig'indisi yoki integrali nolga teng bo'lar ekan.

$$\sum u_x^1 \Delta t = 0 \text{ yoki } \int u_x^1 dt = 0$$

Endi suyuqlikning oqimga ko'ndalang yo'nalishdagi tezliklarini tekshirsak, bu tezliklar bilan oqimning bir tomoniga qancha suyuqlik harakat qilsa, ikkincha 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 o'rtacha qiymatini bildiradi. Tezlik miqdori doimo o'zgarib turgani sababli bosim ham o'zgarib turadi yoki boshqacha aytganda bosim ham pul satsiyaga ega bo'ladi. Xuddi tezlikka o'xshab, bosim P uchun ham tenglashtirilgan bosim tushunchasini kiritish mumkin.

6.7. Hidrodinamik yog'lash nazariyasi haqida tushuncha.

Mexanizmlarni alohida bo'laklari aylangan paytda undagi ishqalanishni kamaytirish va uni ishlash vaqtini uzaytirish maqsadida har xil yog'lash ishlari olib boriladi.

Ko'p vaqtlar tsapfa va podshipnik orasidagi ishqalanishni ikki qattiq jims orasidagi ishqalanish deb hisoblash kelishilgan.

Petrov nazariyasi bunga chek qo'ydi. Uni nazariyasi asosan ikki bir-biriga tegmaydigan qismlar orasida yog'lash qatlami joylashtiriladi, bu yog'lash qatlami ularni bir-biridan ajratadi. Bu holatda ikki tsilindr orasidagi kichik qatlamdagi suyuqlik vositasida ichki ishqalanish

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

bo'yicha topiladi. Bunda $\frac{du}{dr}$ tezlik gradienti.

μ - qovushoqlikni dinamik koeffitsienti.

Aylanish burchak tezligi, valni aylanish sonini hisobga olib tsapfani ishqalanish kuchi

$$T = \frac{2\mu n r \pi l}{30\delta} = \frac{\mu \pi^2 r^2 \ln}{15\delta}$$

bilan aniqlanadi. Bunga asosan tsapfaning ishqalanish kuchi uni berilgan o'lchovlari (r va l) uchun suyuqlik qovushoqligiga, aylanish soniga to'g'ri proporsional va yog'lash qatlami qalinligiga teskari proporsionaldir.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Suyuqlikni laminar tartibi harakatini tushuntiring.
2. Suyuqlikni turbulent tartibdagi harakatini tushuntiring.
3. Reynoldson soni nimani ifodalaydi.
4. Geometrik o'xshashlik nima.
5. O'xshashlik aniqlovchilarini tushuntiring.
6. O'xshashlik kriteriyalarini tushuntiring.
7. Ikki oqim gidrodinamik o'xshash bo'lishi uchun qaysi kriteriyalar bajarilishi kerak.
8. Tezlikni harakat kesimi bo'yicha taqsimlanishini tushuntiring.

TAYANCH IBORALAR:

Aylanish burchak tezligi, aylanish soni, barqaror harakat, betartib, bosim kuchi, bosimlar farqi, boshlang'ich bo'lak, vaqt o'xshashligi, geometrik balandliklar, geometrik

parametrlari, dinamik parametrlari, yog'lash, zarrachalar, ichki ishqalanish kuchi, ishqalanish kuchi, qavat-qavat, kinematik parametrlari, kinetik energiya, qovushoq suyuqliklar, qovushoqlik kinematik koeffitsienti, qovushoqlikni dinamik koeffitsienti.

SUYUQLIK HARAKATIDA ENERGIYANING YO'QOTILISHI

REJA:

- 7.1. Quvurlarda bosimning kamayishi.
- 7.2. Quvurlarning uzunligi bo'yicha bosimning yo'qotilishi.
- 7.3. Quvur devorining g'adir budirligi.
- 7.4. Gidravlik silliq va g'adir-budir Quvurlar.
- 7.5. Mahalliy gidravlik qarshiliklar. Ularning asosiy turlari.
- 7.6. Quvurning keskin kengayishida bosimni yo'qotilishi (Bord teoremasi).
- 7.7. Bosim yo'qotilishini umumlashtirish.
- 7.8. Reynoldsoning katta va kichik qiymatlarida mahalliy qarshilik koeffitsientlari.
- 7.9. Mahalliy gidravlik qarshiliklarda kavitatsiya hodisasi.
- 7.10. Kavitatsiyadan amalda foydalanish.

7.1. Quvurlarda bosimning kamayishi

Real suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasida keltirilgan bosimning pasayishi h_{1-2} ni hisoblash Quvurlar va Quvurlar sistemasini hisoblashda asosiy masala hisoblanadi.

Bosimning pasayishi (h_{1-2})ni hisoblashning muhimligi shundaki, bu ish suyuqlik Quvurlarda harakatlanganida Quvurdagi qarshiliklarni yengish uchun sarf bo'lgan energiyani hisoblashga va shu hisobga asosan loyihalalayotgan Quvur yoki Quvurlar sistemasida suyuqlikni oqizish uchun qancha energiya kerak ekanligini aniqlashga imkon beradi. Quvurlarda bosimning kamayishi ishqalanish qarshiligi va mahalliy qarshilikka bog'liq.

Ishqalanish qarshiligi real suyuqliklar ichki qarshiligiga bog'liq bo'lib, Quvurlarning hamma uzunligi bo'yicha ta'sir qiladi. Uning miqdoriga suyuqlik oqimining tartibi (laminarlik, turbulentlik darajasi) ta'sir qiladi. Yuqorida aytilgandek, turbulent tartib vaqtida odatdagi qovushoqlikka qo'shimcha ravishda, turbulent qovushoqlikka bog'liq va suyuqlik harakati uchun energiya talab qiladigan kuch paydo bo'ladi.

Mahalliy qarshilik tezlikning suyuqlik harakat qilayotgan Quvurning shakli o'zgarishiga bog'liq bo'lgan har qanday o'zgarishi vaqtida paydo bo'ladi. Bularga bir Quvurdan ikkinchi Quvurga o'tish joyi, Quvurlarning kengayishi yoki birdan kengayib, birdan torayishi, tirsaklar, oqim yo'nalishini o'zgartiruvchi qurilmalar (kran, ventil, va h.k) kiradi. SHunday qilib yo'qolgan bosim quyidagi formula bo'yicha ikki yig'indidan tashkil topgan bo'ladi.

$$H_n = H_l + H_m$$

Bu yerda N_l - ishqalanish qarshiligi yoki uzunlik bo'yicha yo'qotish,
 H_m - mahalliy qarshilik. Laminar tartib vaqtida ishqalanish qarshiligi

$$\mu_m = \frac{\rho l}{dn} \frac{du}{dn}$$

$$\nu_t = \frac{\mu_t}{\rho} = l^2 \frac{dU}{dn}$$

Formulardagi kabi nazariy usul bilan aniqlanishi mumkin:

$$H_1 = \frac{32\mu l g}{D^2} = \frac{\lambda g^2}{2gD}$$

Bu ifodadagi $\lambda = \frac{64}{Re}$ ni ishqalanish koeffitsienti deb atagan edik. Ko'pincha uni soddaroq qilib **Darsi koeffitsienti** ham deyiladi. TSilindrik Quvurlarda bu formula Reynoldsoni 2320 dan kichik bo'lgan laminar harakatlar uchun tajribada olingan natijalarga juda yaqin keladi. Turbulent harakat uchun ishqalanish qarshiligi tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Uni nazariy aniqlab bo'lmaydi.

7.2. Quvurlarning uzunligi bo'yicha bosimning yo'qotilishi.

Turbulent harakat ustida olib borilgan tajribalar ishqalanish qarshiligining solishtirma energiyaga proporsional ekanligini ko'rsatadi, ya'ni

$$H_l = \frac{\zeta g^2}{2g} \quad (7.1)$$

Bu formuladagi proporsionallik koeffitsienti ζ bir qancha miqdorlarga bog'liq bo'lib, uni tekshirish uchun quyidagi xulosadan foydalanamiz.

Juda ko'p tajribalar $\frac{\tau_0}{\rho}$ miqdorning tezlik bosimi yoki solishtirma kinetik energiya orqali quyidagicha ifodalanishini ko'rsatadi:

$$\frac{\tau_0}{\rho} = \left(\frac{\lambda}{4} \right) \left(\frac{g^2}{2g} \right)$$

Bu tenglikni $\tau_0 = \frac{\rho R J}{2}$ munosabat bilan taqqoslab ko'rsak, bu yerda

$$J = \frac{(p_1 - p_2)}{l}$$

$$R J = \left(\gamma \lambda \right) \left(\frac{g^2}{2g} \right)$$

Ekanligiga ishonch hosil qilamiz. Bu yerda $J = \frac{J_1}{l}$ ekanligini hisobga olib, tekis barqaror harakat uchun uzunlik bo'yicha ishqalanishga yo'qotish yoki bosimning pasayishi uchun formula olamiz.

$$H_1 = \lambda \left(\frac{l}{2} \right) \left(\frac{g^2}{2g} \right) \quad (7.2)$$

Bu formula Daysi-Vaysbax formulasi yoki qisqacha **Darsi formulasi** deyiladi. Bu formulaga kiruvchi koeffitsient λ gidravlik ishqalanish koeffitsienti yoki **Darsi**

koeffitsienti deyiladi.

Bundan ko'rinadiki ζ koeffitsient Darsi koeffitsientiga bog'liq bo'lib, ya'ni

$$\zeta = \left(\frac{l}{D}\right)\lambda$$

U Quvurning uzunligiga to'g'ri proportsional, diametriga teskari proportsional ekan. Suyuqlikning Quvurdagi harakati uchun yuqorida nazariy olingan $\lambda = \frac{64}{Re}$ laminar harakat uchun edi. Turbulent harakatda esa bunday munosabatni nazariy usul bilan chiqarib bo'lmagani uchun, uni empirik yoki yarim empirik usullarda aniqlanadi.

Hozirgi zamon gidravlikasida Darsi koeffitsienti umumiy holda Reynol ds soniga va Quvur devorlarning g'adir-budirligiga bog'liq deb hisoblanadi. λ ni hisoblash uchun juda ko'p empirik formulalar mavjud bo'lib, ular ichida eng mashhurlari quyidagilar.

Blazius formulasi 1913 yili juda ko'p avtorlarning tajribalarini analiz qilish natijasida olingan.

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$$

Bu formula Reynol ds soni $Re < 10^5$ bo'lganda tajribalarga yaxshi mos keladi. Reynol ds soning kattarok diapazonlari (Re ning $3 \cdot 10^6$ gacha miqdorlari) uchun P.K. Konakov formulasidan foydalanish mumkin:

$$\lambda = \frac{1}{(1,81 \lg Re - 1,5)^2}$$

1932 yili Prandtl quyidagi formulani keltirib chiqardi

$$\frac{1}{(\lambda)^{1/2}} = 2 \lg (Re(\lambda)^{1/2} - 0,8)$$

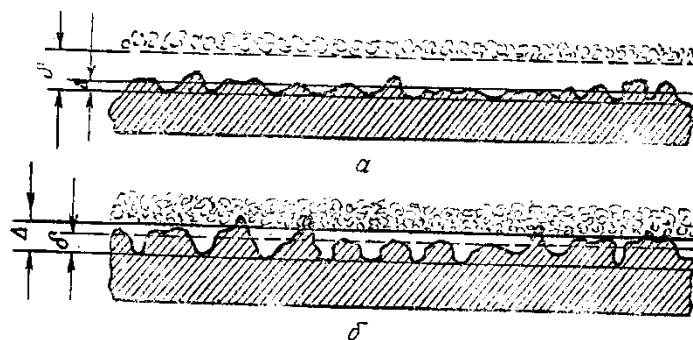
Keltirilgan formulalar silliq Quvurlar uchun chiqarilgan bo'lib, g'adir-budir Quvurlar uchun ulardan foydalanib bo'lmaydi.

7.3. Quvur devorining g'adir budirligi.

Quvurlar, kanallar va novlarning devorlari ma'lum darajada g'adir-budirlikka ega bo'ladi. Bu g'adir-budirlik Quvurlarni qanday materialdan qilinganligiga va qay darajada silliqlanganiga qarab ularning devor sirtidagi turlicha kattalikdagi yoki juda ham kichik pastlik-do'ngliklar bilan xarakterlanadi. g'adir-budirlikni xarakterlash uchun Quvur sirtidagi do'ngliklarning o'rtacha balandligi qabul qilinib, u **absolyut g'adir-budirlik** deyiladi va Δ bilan belgilanadi. Agar absolyut g'adir-budirlik laminar chegaraviy qavatning qalinligi δ dan kichik bo'lsa, bu Quvur **gidravlik silliq** deyiladi (7.1-rasm).

Bordiyu, Δ laminar qavat qalinligi δ dan katta bo'lsa, bu Quvurlar **g'adir-budir Quvurlar** deyiladi.

Birinchi holda $\Delta < \delta$ Quvur sirtidagi do'ngliklar laminar qavat ichida qoladi va gidravlik qarshilikka sezilarli ta'sir qilmaydi. Ikkinchi holda $\Delta > \delta$ esa do'ngliklar laminar qavatdan chiqib qoladi va Quvur devori atrofidagi oqim xususiyatiga ta'sir qilib, gidravlik qarshilikni oshiradi.



7.1-rasm. Gidravlik silliq va g'adir-budir Quvurlarni tushuntirishga doir chizma.

7.4. Gidravlik silliq va g'adir-budir Quvurlar.

Tajribalar va izlanishlar shuni ko'rsatadiki, gidravlik qarshilik tezlikning ikkinchi va birinchi darajalar bilan ifodalanganligidan uni umumiy holda quyidagi formula bilan ifodalash mumkin.

$$H_l = B_1 \mathcal{G}^m$$

Laminar harakat uchun chiziqli qarshilik qonuni o'rinli bo'lib unda $m=1$ bo'ladi ya'ni

$$H_l = B_1 \mathcal{G}$$

Turbulent harakatda butunlay boshqacha bo'lib, gidravlik silliq va g'adir-budir Quvurlar uchun turlichadir. Silliq Quvurlar uchun $m=1,75$ va $H_l = B_2 \mathcal{G}^{1,75}$ g'adir-budir Quvurlar uchun esa $m=2$ va $H_l = B_2 \mathcal{G}^2$ (gidravlik qarshilik kvadrat qonuni deyiladi.)

Bu qonunlarning qo'llanishiga qarab Nikuradze grafigi (7.2-rasm) dagi uchinchi zona quyidagi sohalarga ajraladi.

Birinchi soha «Gidravlik silliq sohasi» bo'lib, bu sohada Reynoldson soni 100000 dan kichik bo'lganda λ II to'g'ri chiziq bilan ifodalanadi, $Re > 100000$ da egri chiziq bilan ifodalanib, II to'g'ri chiziqning davomi sifatida ko'rinadi. Murin grafigida bu egri chiziq eng pastki chiziqqa to'g'ri keladi.

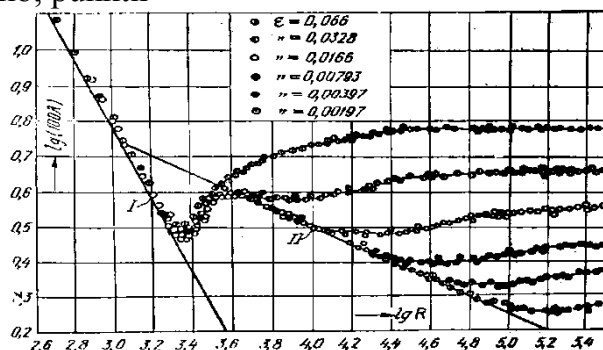
Birinchi sohada:

A) Re ning 100000 gacha qiymatlarida tezlik $\mathcal{G}$ ning 1,75 ($m=1,75$) darajasiga proporsional.

B) H_l barcha chiziqlar bitta to'g'ri chiziq bilan birlashib ketgani uchun g'adir-budirlikka bog'liq emas (ya'ni Quvur devoridagi do'ngliklar laminar qavat ichida qoladi).

V) H_l , shuningdek, λ Blazius yoki Prandtl formulasidagi kabi faqat Re soniga bog'liq, ya'ni $\gamma = f(Re)$.

Ikkinchi soha g'adir-budir Quvurlarning gidravlik qarshiliklari uchun kvadratgacha **qarshilik sohasi** deyiladi. II-to'g'ri chiziqdan ajralib chiqq boshlagan chegarada $m=1,75$ bo'lib, punktir



7.2-rasm.

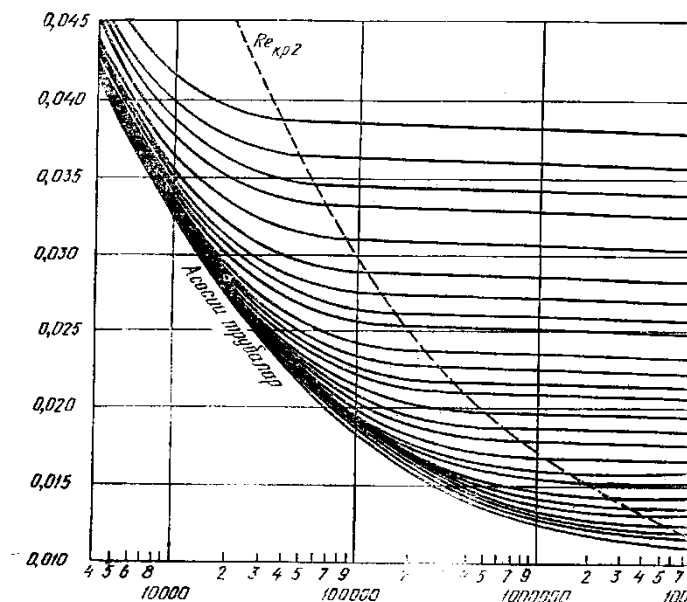
chiziqdan o'ngda $m=2$ bo'ladi (7.3-rasm) Bu oraliqdagi chiziqning 1,75 va 2 orasidagi qiymatlariga mos kelib, bir tekis g'adir-budirlikka ega bo'lgan Quvurlar uchun maksimumga ega bo'lishi mumkin. Tabiiy Quvurlar uchun esa m ning qiymati, yuqorida aytilgan oraliqda, $m=1,75$ dan $m=2$ ga tekis o'zgarib boradi. SHuning uchun ikkinchi sohada Reynol ds soniga ham, nisbiy g'adir-budirlikka ham bog'liq bo'ladi

$$\lambda = f(Re, \varepsilon)$$

Uchinchi soha g'adir-budir Quvurlarning kvadratik qarshilik sohasi bo'lib, u punktir chiziqdan o'ng tomonida joylashadi, turli g'adir-budirliklar uchun tuzilgan tajriba chiziqlarining barchasi $\lg Re$ o'qiga parallel joylashadi (7.2-rasm).

Bu sohada:

- A) bosimning pasayishi tezlik kvadratiga proporsional;
- B) λ koeffitsient Reynol ds soniga bog'liq emas;
- V) H_l va λ faqat nisbiy g'adir-budirlikka bog'liq;



7.3-rasm. Murin grafigi.

7.5. Mahalliy gidravlik qarshiliklar, ularni asosiy turlari.

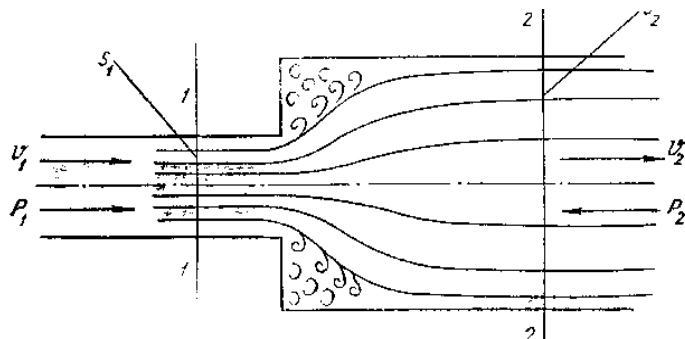
Suyuqlik Quvurda harakat qilganda turli to'siqlarni aylanib o'tish uchun energiya sarflaydi. Ana shu sarflangan energiya suyuqlik bosimining pasayishiga sabab bo'ladi. Quvurlarda turli to'siq (mahalliy qarshilik) lar bo'lib, ularni aylanib o'tish uchun sarf etiladigan energiya bu to'siqlarning soniga va turlariga bog'liq.

Mahalliy qarshilikning juda ko'p turlari mavjud bo'lib, bularning har biri uchun bosimning pasayishi turlichadir. Amaliy hisoblashlarda mahalliy qarshiliklarda bosimning pasayishini solishtirma kinetik energiyaga proporsional qilib olinadi.

$$H_m = \zeta \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad (7.3)$$

Proporsionallik koeffitsienti ζ mahalliy qarshilik koeffitsienti deb ataladi va asosan tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Mahalliy qarshiliklarni asosiy turlari bilan tanishamiz:

- 1) Keskin kengayish mahalliy qarshilikning bu turida koeffitsient kesimlarni o'zgarishiga bog'liq bo'lib, kesimlar nisbati $\frac{S_1}{S_2}$ qancha kichik bo'lsa, u shuncha katta bo'ladi. Bu holda mahalliy qarshilik koeffitsientini nazariy hisoblasak ham bo'ladi. Keskin kengayishda 2-2 kesimda bosim ortib ($p_2 > p_1$), tezlik kamayadi ($v_2 < v_1$) (7.4-rasm).



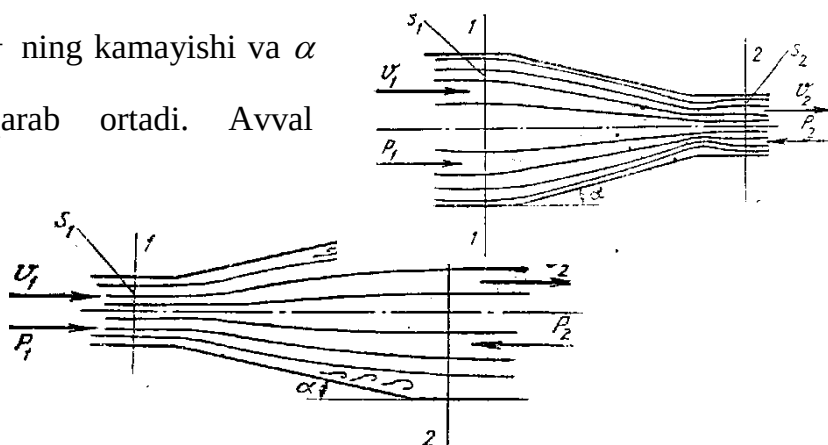
7.4-rasm. Keskin kengayish.

- 2) Tekis kengayishi (7.5-rasm) Mahalliy qarshilik koeffitsienti kesimning o'zgarishiga va konuslik burchagi α ga bog'liq bo'lib,

kesimlar nisbati $\frac{S_1}{S_2}$ ning kamayishi va α

ning ortishiga qarab ortadi. Avval ko'rilgandagi kabi 2-2 kesimda 1-1 kesimdagiga

nisbatan bosim ortadi ($p_2 > p_1$) va tezlik kamayadi ($v_2 < v_1$).



7.5-rasm. Tekis kengayish.

- 3) Keskin torayish (7.6-rasm). Mahalliy qarshilik ζ koeffitsienti kesimlar o'zgarishiga bog'liq bo'lib, ularning nisbati ortishi bilan ortadi. Bu holda energiyani sarf bo'lishi keskin kengayishda nisbatan kam bo'ladi.

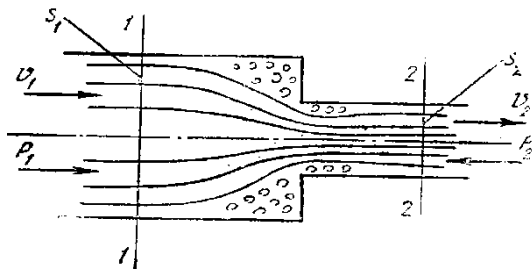
7.6-rasm. Keskin torayish. 7.7-rasm. Tekis torayish.

4) Tekis torayish (7.7-rasm) mahalliy qarshilik ζ koeffitsienti kesimlar nisbati $\frac{S_1}{S_2}$ ning

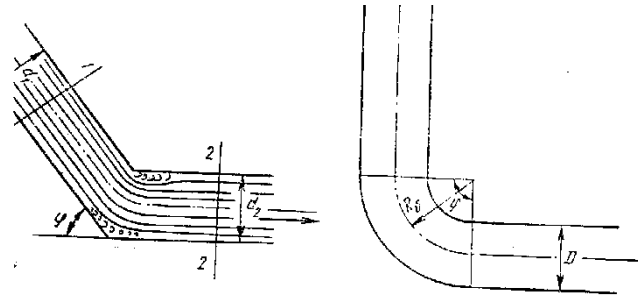
va konuslik burchagining ortishi bilan ortadi ($\vartheta_2 > \vartheta_1$).

5) Tirsak (7.8-rasm). Mahalliy qarshilik koeffitsienti ikki Quvurning tutashish burchagiga bog'liq bo'lib, bu burchakning ortishi bilan ortadi. ζ ning φ ga bog'liqligi asosan tajribada tekshirilgan bo'lib, ba'zi sodda hollari oqimchalar nazariyasida ko'rilgan.

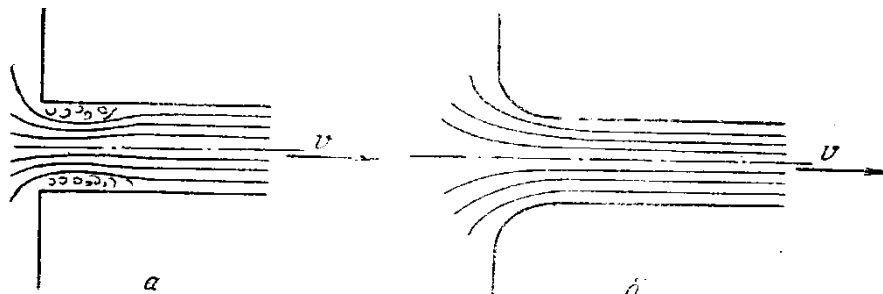
6) Burilish (7.9-rasm). Mahalliy qarshilik koeffitsienti burilish burchagi φ va Quvur diametrining uning burilish radiusi R_b ga nisbatiga bog'liq bo'ladi. Burilishda bu



nisbat $\frac{D}{R_b}$ ortishi bilan ζ ortib boradi.



7.8-rasm. Tirsak. 7.9-rasm. Burilish



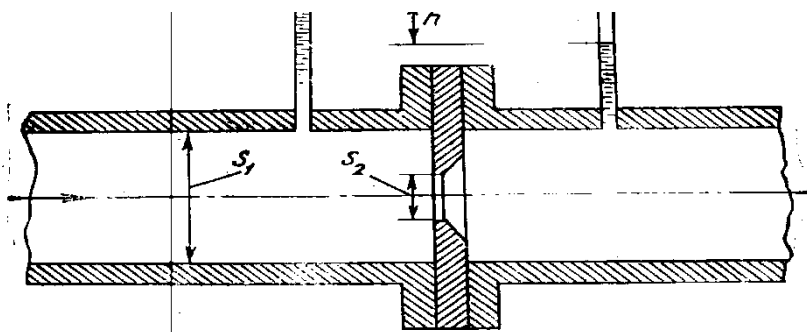
7.10-rasm. Quvurga kirish.

7) Quvurga kirish (7.10-rasm). Agar Quvur biror suyuqlik bilan to'la idishga tutashtirilgan bo'lsa, u holda kirishdagi o'tkir burchaklarni aylanib o'tish uchun suyuqlik energiyasi sarf bo'ladi. Bu holda mahalliy qarshilik koeffitsientining qiymati $\zeta=0,5$. Kirishdagi o'tkir burchaklar silliqalanib Quvurga suyuqlik kirishiga kam qarshilik ko'rsatadigan shakl berilgan bo'lsa, ζ ning miqdori kirishning silliqlik darajasiga qarab, $\zeta=0,04-0,10$ oralig'ida bo'ladi (ko'p hollarda o'rtacha $\zeta = 0,08$ qabul qilinadi).

8) Diafragma. (7.11-rasm) Truboprovodga o'rnatilgan va suyuqlik sarfini o'lchash uchun ishlatiladigan o'rtasi teshik disk **diafragma** deyiladi. Bu holda mahalliy qarshilik koeffitsienti Quvurning. kesimi S_1 va diafragma teshigi kesimi S_0 ning nisbati $\frac{S_0}{S_1}$ ga bog'liq bo'ladi va bu nisbatning ortishi bilan kamayib boradi (7.1-jadval).

7.1-jadval. Diafragma uchun qarshilik koeffitsientining o'zgarishi

S/S	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ζ	226	47,8	17,5	7,80	3,75	1,80	0,80	0,29	0,06	0,00



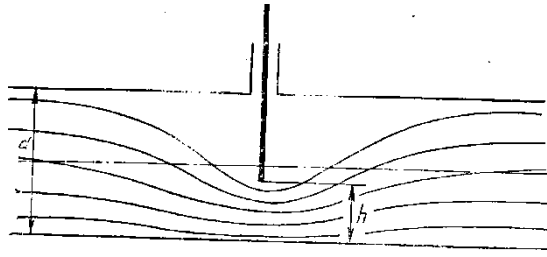
7.11-rasm. Diafragma.

9) Berkitkich (zadvijka). Mahalliy qarshilik koeffitsienti eshikchaning (7.12-rasm) ochilish darajasiga bog'liq bo'lib, uning ochilishi kattalashishi bilan kamayib boradi. Uning o'rtacha ochilishiga $\zeta=2,0$ to'g'ri keladi.

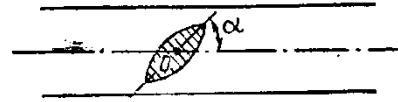
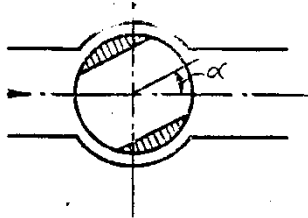
10) Drossel klapan (7.13-rasm) va tiqin jo'mrak (7.14-rasm). Bu hollarda mahalliy qarshilik koeffitsienti drossel klapaning va tiqin jo'mrakning ochilish burchagiga bog'liq bo'lib, $\alpha 20^\circ$ dan 50° gacha bo'lganda ζ ning qiymatlari :

Drossel klapan uchun $\zeta=2-53$.

Tiqin jo'mrak uchun $\zeta=2-33$ atrofida bo'ladi. Bulardan tashqari, ventillar, jo'mraklar va boshqalarda ham mahalliy qarshilikning kamayishini kuzatish mumkin.



7.12-rasm. Berkitkich.



7.13-rasm. Drossel klapan. 7.14-rasm. Tiqin jo'mrak.

7.6. Quvurning keskin kengayishida bosimni yo'qotilishi (Bord teoremasi).

Quvurning keskin kamayishi va bunda oqimning taxminiy sxemasi 7.4-rasmda keltirilgan. Ko'rinib turibdiki, oqim Quvurning keng kesimiga o'tganda burchaklarda suyuqlik Quvur sirtidan ajraladi. Natijada oqim keskin kengayadi va oqim sirti bilan Quvur devori orasidagi halqasimon oraliqda aylanma (uyurmali) harakat vujudga keladi. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, asosiy oqim hamda aylanayotgan suyuqlik o'rtasida zarrachalar u tomondan bu tomonga o'tib turadi. Quvurning keskin kengayishida mahalliy qarshilik koeffitsienti ζ ni nazariy usul bilan hisoblash mumkin. Buning uchun Quvurning tor qismida 1-1 kesim olamiz. Quvurning kengaygan qismida esa keskin kengayishdan keyin oqim kengayib bo'lib, barqarorlashgan qismida 2-2 kesim olamiz. 1-1 kesimda tezlik $\mathcal{G}_1$, bosim r_1 , 2-2 kesimda esa tezlik $\mathcal{G}_2$ va bosim r_2 bo'lsin.

Bu kesimlarda p'ezometr o'rnatib, $r_2 > r_1$ bo'lgani uchun 1-1 kesimdagi p'ezometrda suyuqlik sathi 2-2 kesimdagi p'ezometrda suyuqlik sathidan h qadar past bo'ladi. Agar kesimning kengayishi hisobiga gidravlik yo'qotish bo'lmaganda edi, bu farq Δh miqdorda ko'proq bo'lardi. Ana shu ikkinchi p'ezometrda suv sathining Δh qadar pasayib qolishi mahalliy gidravlik yo'qotishdan iboratdir.

1-1 kesimning sirti S_1 , 2-2 kesimning sirti S_2 bo'lsin. U holda bu kesimlar yuzasi bo'yicha tezlik bir xil (ya'ni $\alpha_1 \approx \alpha_2 \approx 1$) va ikkala kesimning ham markazlari bir xil chuqurlikda joylashganligi sababli $z_1 = z_2$ deb hisoblasak Bernulli tenglamasi shunday yoziladi:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{\mathcal{G}_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\mathcal{G}_2^2}{2g} + h_{\text{keh}} \quad (7.3)$$

Endi 1-1 va 2-2 kesimlar o'rtasidagi suyuqlikning tsilindrik hajmi uchun harakat miqdorining o'zgarishi teoremasini qo'llaymiz. Buning uchun yon sirtlardagi urinma zo'riqishni taxminan teng deb olib, aytilgan hajmga ta'sir qilayotgan tashqi kuchlar impul sini hisoblaymiz. 1-1 kesimni Quvur kengayish kesimining ustida olingan deb qarash mumkin. U holda tsilindr asoslarining yuzalari tengligidan ularga ta'sir qiluvchi impul s o'zgarishi shunday yoziladi:

$$(r_1 - r_2) S_2$$

1-1 kesimdagi harakat miqdori $\rho Q \mathcal{G}_1$, va 2-2 kesimdagi harakat miqdori $\rho Q \mathcal{G}_2$,

bo'lgani uchun ular orasidagi harakat miqdorining o'zgarishi quyidagiga teng bo'ladi.

$$\rho Q(\vartheta_2 - \vartheta_1)$$

Bu ikki miqdorni tenglashtirib, ushbu tenglamani olamiz:

$$(r_1 - r_2)S_2 = \rho Q(\vartheta_2 - \vartheta_1)$$

Tenglamani ikki tomonini $S_2\gamma$ ga bo'lsak, u holda $Q = S_2\vartheta_2$ ni hisobga olib, ushbu tenglamani olamiz: $\frac{D}{R_0}$

$$\frac{(p_1 - p_2)}{\gamma} = \frac{\rho Q(\vartheta_2 - \vartheta_1)}{\gamma S_2} = \frac{\vartheta_2(\vartheta_2 - \vartheta_1)}{g} \quad (7.4)$$

Oxirgi tenglamaning $\vartheta_2(\vartheta_2 - \vartheta_1)$ hadi ustida quyidagi amallarni bajaramiz.

$$\vartheta_2(\vartheta_2 - \vartheta_1) = \vartheta_2^2 - \vartheta_2\vartheta_1 = \frac{\vartheta_2^2}{2} + \frac{\vartheta_2^2}{2} - \frac{2\vartheta_1\vartheta_2}{2} + \frac{\vartheta_1^2}{2} - \frac{\vartheta_1^2}{2}$$

U holda (7.3) tenglama ushbu ko'rinishga keladi.

$$\frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma} = \frac{\vartheta_2^2}{2g} - \frac{\vartheta_1^2}{2g} - \frac{2\vartheta_1\vartheta_2}{2g} + \frac{\vartheta_2^2}{2g} + \frac{\vartheta_1^2}{2g} = \frac{\vartheta_2^2}{2g} - \frac{\vartheta_1^2}{2g} + \frac{(\vartheta_1 - \vartheta_2)^2}{2g}$$

Oxirgi tenglama hadlarini bir xil indekslar bo'yicha guruhlasak:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{\vartheta_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\vartheta_2^2}{2g} + \frac{(\vartheta_1 - \vartheta_2)^2}{2g}$$

Bu tenglamani (7.2) bilan solishtirib, quyidagi kelib chiqadi

$$H_M = h_{\text{keh}} + \frac{(\vartheta_1 - \vartheta_2)^2}{2g} \quad (7.5)$$

Olingan (7.5) formula **Bord formulasi** deyiladi.

Bu formulaga asosan bosimning keskin kengayishdagi pasayishi tezlik kamayishi kvadrating ikkilangan erkin tushish tezlanishiga nisbatiga teng (Bord teoremasi). Endi (7.4) formulaga uzilmaslik tenglamasi

$$\frac{\vartheta_1}{S_1} = \frac{\vartheta_2}{S_2} \quad \text{yoki} \quad \vartheta_2 = \frac{\vartheta_1 S_1}{S_2}$$

ni qo'llasak u quyidagi ko'rinishda yoziladi.

$$H_M = \left(\vartheta_1 - \frac{S_1}{S_2}\vartheta_1\right)^2 \frac{1}{2g} = \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)^2 \frac{\vartheta_1^2}{2g}.$$

Bu munosabatni (7.1) solishtirib, keskin kengayish uchun mahalliy qarshilik koeffitsienti formulasi ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$\zeta = \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)^2 \quad (7.6)$$

Bu olingan munosabat (tajribalarda tasdiqlanishicha) turbulent oqimlar uchun olingan natijalarga juda yaqin keladi. SHuning uchun u ko'rilgan hollarda hisoblash ishlarida keng qo'llaniladi. Quvurning kengaygan kesimi avvalgi kesimdan juda keng bo'lsa ($S_2 \gg S_1$), u holda $\zeta = 1$ bo'ladi:

$$H_{\text{м}} = \frac{g_1^2}{2n}$$

Bu xususiy holda oqimning butun kinetik energiyasi mahalliy qarshilikni yengish uchun sarf bo'ladi.

SHuni aytish kerakki, ko'rilgan holdagi energiyaning hammasi Quvurning keskin kengaygan qismida oqimning Quvur sirtidan ajrashi hisobiga hosil bo'lgan aylanma harakatning vujudga kelishiga va uning yangilanib turishiga sarf bo'ladi.

7.7. Bosim yo'qotilishini umumlashtirish.

Gidravlik sistemalarda umumiy qarshilik uning qismlaridagi ayrim qarshiliklarning yig'indisidan iborat. Misol: truboprovodda bir qancha qarshiliklar (tirsak, jo'mrak, diafragma, eshikcha va x.k) bo'lib ularni xarakterlovchi mahalliy qarshiliklar koeffitsientlari $\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \dots, \zeta_n$ bo'lsin. Agar truboprovodni uzunligi l , diametri D va sarfi Q bo'lsa, undagi ishqalanish qarshiligi

$$H_1 = \lambda \left(\frac{l}{D} \right) \left(\frac{g^2}{2g} \right)$$

Mahalliy qarshiliklar quyidagicha bo'ladi:

$$H_{\text{м1}} = \zeta_1 \left(\frac{g^2}{2g} \right)$$

$$H_{\text{м2}} = \zeta_2 \left(\frac{g^2}{2g} \right)$$

$$H_{\text{м31}} = \zeta_3 \left(\frac{g^2}{2g} \right)$$

$$H_{\text{мn}} = \zeta_n \left(\frac{g^2}{2g} \right)$$

Bularni qo'shib umumiy qarshilikni topamiz.

$$H = \left(\zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + \dots + \zeta_n + \frac{\lambda l}{D} \right) \left(\frac{g^2}{2g} \right)$$

Oxirgi munosabatda qavs ichidagi qiymat Quvurdagi ishqalanish va mahalliy qarshilik koeffitsientlari yig'indisidan iborat bo'lib, **sistemaning qarshilik koeffitsienti** deyiladi:

$$\zeta_{\text{сум}} = \left(\zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + \dots + \zeta_n + \frac{\lambda l}{D} \right)$$

Bu holda sistema uchun

$$H = \zeta_{\text{сум}} \left(\frac{g^2}{2g} \right)$$

qarshiliklarni bunday qo'shish uchun mahalliy qarshiliklar bir-biridan ma'lum masofada bo'lishi kerak, ya'ni har bir mahalliy qarshilik avvalgisidan shunday masofada bo'lishi kerakki, unga kelayotgan oqim avvalgi mahalliy qarshilikdan o'tishdagi hosil bo'lgan turli o'zgarishlar ta'siridan holi bo'lgan (turgunlashgan) bo'lishi kerak. Misol: turbulent tartibda oqayotgan suyuqlik, laminar oqimli Quvurga kirgandan keyin shunday masofani o'tishi kerakki, bunda tezlikning laminar oqimga tegishli taqsimlanishi vujudga kelishi

kerak. SHuningdek, biror mahalliy qarshilikdan o'tayotganda buzilgan laminar oqimning yana turg'unlashuvi biror masofani o'tgandan so'ng sodir bo'ladi.

Turg'unlashuv masofasi quyidagi formula bo'yicha hisoblanishi mumkin:

$$l_t = 0,693 Re^{0,25} D$$

Bu yerda: D -Quvurning ichki diametri

Quvurning kirish qismi juda yaxshi silliqlanganda laminar oqimning turg'unlashuv qismi $0,29 ReD$ gacha kamayadi.

Amalda mahalliy qarshiliklar bir-biridan to'g'ri chiziqli bo'lak bilan ajratilib, ular orasidagi masofani $l < (10-20) D$ ga tenglashtirishga harakat qilinadi

7.8. Reynol ds sonining katta va kichik qiymatlarida mahalliy qarshilik koeffitsientlari

Biz mahalliy qarshiliklarni vujudga keltiruvchi to'siqlarning turlari to'g'risida to'xtalib o'tdik. Bu to'siqlarda oqimning turbulent tartibga xos bo'lgan hollaridagi qarshilik koeffitsientining o'zgarishini ko'rgan edik. Turbulent harakat vaqtida ζ koeffitsienti qarshilik ko'rsatuvchi to'siq shakliga, kattaligiga, to'siqlarning ochilish darajasiga bog'liq bo'lishidan tashqari, suyuqlik harakatining tartibiga, ya'ni Reynol ds soniga ham bog'liq bo'ladi. Tajribalar ko'rsatishicha, Reynol ds sonining katta qiymatlarida harakat tartibi turbulent bo'lsa mahalliy qarshilik koeffitsienti ζ ning Re soniga bog'liqligi juda ham sezilarsiz darajada bo'lib, bu bog'liqlikni to'siqlar shakli, turi va ochilish darajasining ta'siriga nisbatan hisobga olmaslik mumkin.

Laminar harakat vaqtida esa umumiy qarshilik ishqalanish kuchi va uyurmalar yuzaga kelishi hisobiga paydo bo'lgan qarshiliklar yig'indisiga teng. Buni hisobga olib o'tkazilgan tajribalar mahalliy qarshilik koeffitsientini quyidagi ko'rinishga ifodalashga imkon beradi:

$$\zeta = \frac{A}{Re} + B$$

Reynol ds sonining kichik ($Re < 9$) qiymatlarida qarshilik koeffitsienti mahalliy qarshilikning shakliga bog'liq bo'lmay, faqat Re soniga bog'liq bo'lib qolib u quyidagicha yoziladi:

$$\zeta = \frac{A}{Re}$$

Laminar tartibli oqimlar uchun Re sonining kattaroq qiymatlarida esa mahalliy qarshilik koeffitsienti bir oz murakkabroq ko'rinishga egadir.

$$\zeta = \frac{C}{Re^m}$$

Tajriba natijalaridan ko'rinadiki, Reynol ds sonining kattaligi ortishi bilan mahalliy qarshiliklar shaklining ta'siri ortib borib, $Re > 3500$ bo'lganda, xususan turbulent tartibga o'tganda, bu ta'sir hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Mahalliy qarshiliklarda Re kichik bo'lgan hollarda amaliy hisob ishlari uchun gidravlik yo'qotishni Quvurning ekvivalent uzunligi bilan almashtiriladi. **Ekvivalent uzunlik** deb qurilayotgan Quvurning shunday uzunligi olinadiki, undagi ishqalanish qarshiligi mahalliy qarshilikka teng. Bu holda

$$H_{\text{м}} = \zeta_{\text{м}} \left(\frac{g^2}{2g} \right) = \lambda \left(\frac{l_{\text{экв}}}{D} \right) \left(\frac{g^2}{2g} \right)$$

Bundan ekvivalent uzunlik

$$l_{\text{эКВ}} = \zeta_M \left(\frac{D}{\lambda} \right)$$

ko'rinishni oladi. Ekvivalent uzunlikni turli mahalliy qarshiliklar uchun, odatda, tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

7.9. Mahalliy gidravlik qarshiliklarda kavitatsiya hodisasi.

Suyuqliklarda gazlarning erishi haqida so'z yuritilganda biz kavitatsiya hodisasi suyuqliklarda agregat holatining o'zgarishi bilan bog'liq ekanligini aytgan edik. Kavitatsiya hodisasi bosimning kamayishi yoki haroratning ortishiga bog'liq. Mahalliy qarshiliklarda harorat o'zgarmay, oqim kesimining o'zgarishi natijasida suyuqlikda erigan gazlarning miqdori o'zgaradi. Suyuqliklarning zichligi (yoki solishtirma hajmi) deyarlik o'zgarmagani uchun unda erigan gazlarga Boyl -Mariot qonunini qo'llash mumkin bo'ladi:

$$pV = RT,$$

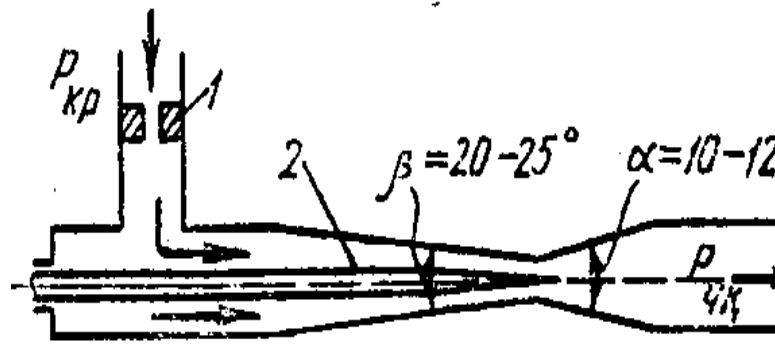
bu yerda: p -bosim; V -solishtirma hajm; T -absolyut harorat; R -gaz doimiysi.

Suyuqlik oqimlarida harorat o'zgarmagani va ko'ndalang kesim kichrayganda bosim kamayib, kesim kattalashganda esa bosim ortgani uchun mahalliy torayish mavjud joylarda tezlik ortib bosim kamayadi (masalan, keskin torayish, konfuzor, jo'mraklar, eshikchalar, diafragmalar va x.k.). Agar bu yerda absolyut bosim suyuqlikning to'yingan bug'larining shu haroratdagi portsial bosimiga teng bo'lsa, u holda bug'lanish va erigan gazlarning ajralish hodisasi yoki mahalliy qaynash hodisasi ruy beradi. Torayishdan keyin kengayish boshlanishi bilan bosim ortib, qaynash to'xtaydi va ajralgan bug'lar kondensatsiyalanib, gazlar eriydi, ya'ni kavitatsiya hodisasi yuz beradi. Kavitatsiya hodisasi yuqori chastotali mahalliy kichik gidravlik zarbalarning kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Bu hodisa gidrosistemalarda odatdagi tartibning buzilishiga, ayrim hollarda esa uning qismlarining ishdan chiqishiga sabab bo'ladi, truboprovodlarda qarshilikning ortishiga olib keladi.

SHuning uchun mahalliy qarshiliklarda kavitatsiyaning kelib chiqishiga qarshi kurash olib boriladi. Bunday usullardan biri mahalliy qarshilikning bosim kamayuvchi qismida klapanlar yordamida bosimni ko'tarishdan iborat. Lekin bu usul bosimning kamayish darajasi yuqori bo'lganda ko'p foyda bermaydi, ammo kavitatsiyaning zararli ta'sirini kamaytirishga yordam beradi

7.10. Kavitatsiyadan amalda foydalanish.

Kavitatsiya hodisasidan amalda foydalanish ham mumkin. Xususan bu hodisani sarfni stabillash maqsadida Venturi soplolaridan foydalanishda ko'rish mumkin (7.16-rasm). Kirishdagi bosim R_{kr} o'zgarmagan holda, chiqishdagi bosim R_{chk} kamayishi bilan oqimning tezligi va sarfi ortadi. Lekin tezlik ortishi bilan soploning toraygan qismida bosim kamayadi. Bu bosim kavitatsiyaning boshlanishiga olib keluvchi bosim miqdoriga tenglashsa yoki undan kamaysa, bug' va erigan gazlarning ajralib chiqishi natijasida suyuqlik qaynay boshlaydi. Bosimning bundan yeyingi kamayishi kavitatsiya hodisasining tezkorligi ning ortishiga va natijada qarshilikning ortishiga, suyuqlik qaynashi boshlanishidan keyin, chiqishdagi bosimning kamayib borishiga qaramay, suyuqlik sarfining o'zgarmasdan qolishiga sabab bo'ladi. R_{chiq} ning kamayishi faqatgina diffuzorda kavitatsiya zonasining kengayib borishiga olib keladi. Bu voqea gidrosistemalarning chiqish qismida bosim miqdorining o'zgarib turishi hollarida suyuqlik sarfini stabillash uchun kerak bo'ladi.



7.16-rasm. Kavitatsiya hodisasidan sarfni barqarorlashda foydalanish uchun qurilma.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Quvurlarda bosimning kamayishi sabablarini tushuntiring.
2. quvurlarning uzunligi bo'yicha bosimning yo'qotilishi tushuntiring.
3. Quvur devorining g'adir-budirliqi haqida tushuncha bering.
4. Gidravlik silliq Quvurlar haqida tushuncha bering.
5. Gidravlik g'adir-budir Quvurlar haqida tushuncha bering.

TAYANCH IBORALAR:

Absolyut g'adir-budirlik, absolyut harorat; berkitkich, Bernulli tenglamasi, Blazius formulasi, Bord formulasi, bosimning kamayishi, burilish burchagi, burilish, ventil, Venturi soplolari, g'adir-budirlik, gaz doimiysi, gazlarning erishi, gidravlik zarba, gidravlik qarshilik kvadrat qonuni, gidravlik silliq soha, gidrosistemalar, Daysi-Vaysbax formulasi, Darsi koefitsienti.

SUYUQLIKLARNI TESHIKDAN, MAXSUS QURILMADAN OQIB CHIQISHI

REJA:

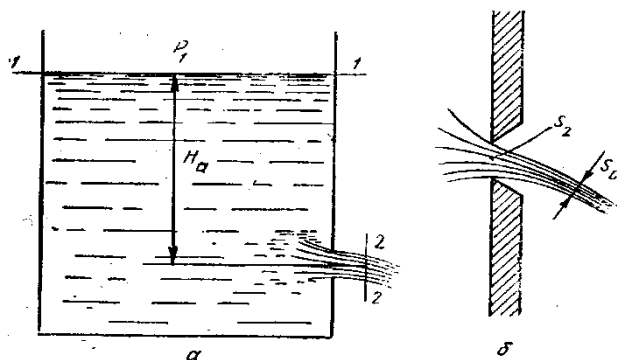
- 8.1. Yupqa devorli kichik teshikdan va maxsus qurilmadan suyuqlikning oqib chiqishi.
- 8.2. Siqilish, tezlik va sarf koefitsientlari
- 8.3. Suyuqlikning tsilindr naychadan oqishi.
- 8.3.1. Turli xil naychalar
- 8.4. Maxsus qurilmalarni turlari va ularning tafsiloti
- 8.5. Suyuqliklarning teshikdan o'zgaruvchan bosimda oqishi.

8.1. Yupqa devorli kichik teshikdan va maxsus qurilmadan suyuqliqni oqib chiqishi.

Biror katta idishda suyuqlik r_1 bosim ostida saqlanayotgan bo'lib, u ozod sirtidan N_a masofadagi kichik teshikdan oqayotgan bo'lsin. Diametri idish o'lchamlariga qaraganda juda kichik bo'lgan teshik **kichik teshik** deb ataladi. **Yupqa devor** deb oqayotgan suyuqlik teshikning faqat ichki qirrasiga tegib, uning yon sirtiga tegmagan holda aytiladi. Bunday hol devor qalinligi teshik diametridan bir necha barobar kichik bo'lsa, yoki teshik kesimining ichki qirrasidan tashqariga kengayib borsagina o'rinli bo'ladi. (8.1 - rasm).

Bu holda suyuqlik zarrachalari teshik atrofidagi hajmdan tashqariga qarab harakat

qiladi va teshikka yaqinlashgan sari tezlashib boradi. SHu bilan birga suyuqlikning oqayotgan zarrachalarining barchasi uchun bir xil sharoit bo'lib, ular silliq traektoriya bo'yicha harakat qiladi va teshik qirrasida idish devoridan ajraladi. Bundan keyingi oqish davomida oqimchanning kesimi bir oz torayadi va tsilindrik shakl qabul qiladi. Ko'rilayotgan holda asosiy masala teshikdan oqayotgan suyuqlikni tezligini topishdan iborat suyuqlikka to'ldirilgan idishda yuzasi S_1 bo'lgan (erkin sirt) va S_2 bo'lgan



8.1-rasm

$$\frac{g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \zeta \frac{g_2^2}{2g} \quad (8.1)$$

yuzasi S_1 bo'lgan (erkin sirt) va S_2 bo'lgan 2-2 kesimdan oqayotgan suyuqlik oqimchasining teshik oldidagi kesimlari uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

Bundan teshik uchun mahalliy qarshilik koeffitsienti ζ nolga teng bo'lgan holda $z_1 - z_2 =$

$$\left[1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2\right] \frac{g_2^2}{2g} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + H \quad (8.2)$$

H va $g_1 S_1 = g_2 S_2$ ekanligini hisobga olsak, ushbu tenglamani olamiz:

Bu tenglamadan oqimchanning nazariy hisoblangan tezligi uchun quyidagi munosabat kelib chiqadi:

$$g_H = g_2 = \sqrt{\frac{2g \left(\frac{p_2 - p_1}{\gamma} + H \right)}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2}} \quad (8.3)$$

Agar idishning kesimi S_1 ga nisbatan teshikning kesimi S_2 juda kichik bo'lsa, u holda

$$g_H = g_2 \sqrt{2g \left(\frac{p_2 - p_1}{\gamma} + H \right)} \quad (8.4)$$

$$g_H = g_2 = \sqrt{2gH} \quad (8.5)$$

Idishdagi suyuqlik sirtida ham, teshik tashqarisida ham atmosfera bosimi bo'lsa yoki $p_1 = p_2$ bo'lsa, u holda

Bu formula Torichelli formulasi deb ataladi, u suyuqlikning tor teshikdan oqishi tezligini hisoblash uchun nazariy formuladir.

Suyuqlikning teshikdan oqish tezligi ma'lum bo'lgan holda, uning sarfini

hisoblash qiyin emas.

$$Q_n = g_n S_2$$

Lekin amalda oqimcha teshikdan chiqayotganda uning kesimini torayishi sababli ko'rilayotgan masala biz ko'rgandagiga qaraganda murakkabroq bo'ladi. SHuning uchun biz chiqargan tezlik formulalari tezlik va sarfni nazariy tekshirish uchun qo'llanilib, amalga esa ularga ma'lum tuzatishlar kiritiladi.

8.2.Siqilish, tezlik va sarf koeffitsientlari.

Biz yuqorida suyuqlikning teshikdan oqishini ko'rganimizda oqimchanning kesimini olganimiz uchun oqimchanning va teshikning kesimini bir xil deb qaradik. Aslida esa suyuqlik teshikka uning atrofidagi hajmdan har tomonlama oqib kelgani uchun uning tezligi oshib boradi. Suyuqlik oqimi teshikka yaqinlashgan sari torayib boradi va bu jarayon suyuqlik teshikdan o'tgandan keyin ham inertsia kuchi ta'sirida ma'lum masofagacha davom etadi. So'ngra esa torayish to'xtab, oqim o'zgarmas S_e kesimli oqimcha ko'rinishida harakat qiladi. Oqimchanning torayishi taxminan teshik diametriga teng masofada to'xtaydi. Torayishni hisoblash uchun, odatda siqilish koeffitsienti ε kiritiladi:

$$\varepsilon = \frac{S_e}{S_2} \quad (8.6)$$

Bu koeffitsient yuqorida aytilganlarga asosan birdan kichik va tajribalarda aniqlanishicha $\varepsilon = 0,61 \div 0,64$ atrofida bo'ladi.

Biz teshikdan oqayotgan suyuqlik tezligi uchun formula chiqarishda $\zeta=0$ deb qabul qilgan edik. Amaldagi tezlikni hisoblash uchun esa (8.1) dagi mahalliy qarshilik koeffitsienti ζ ni hisobga olgan holda quyidagi formulani olamiz
Tor teshiklar uchun esa $S_2/S_1 < 1$ bo'lgani sababli $(S_2/S_1)^2 \approx 0$ deb hisoblab,

$$g_a = \sqrt{\frac{2g(\frac{p_2 - p_1}{\gamma} + H)}{1 + \zeta - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}} \quad (8.7)$$

$$g_a = \sqrt{\frac{2g(\frac{p_2 - p_1}{\gamma} + H)}{1 + \zeta}}$$

quyidagini olamiz.

Yuqorida ko'rganimizdek $p_1=p_2$ hol uchun

$$g_a = \frac{1}{\sqrt{1+\zeta}} \sqrt{2gH} \quad (8.8)$$

Bu formulani (8.3) bilan solishtirsak, amaliy va nazariy tezliklar o'rtasida quyidagi munosabatni olamiz

$$g_a = \frac{1}{\sqrt{1+\zeta}} g_n \quad (8.9)$$

$$\varphi = \frac{g_a}{g_n} \quad (8.10)$$

Bundan ko'rinadiki, amaliy tezlik nazariy tezlikdan kichik ekan. Odatda, amaliy tezlikning nazariy tezlikka nisbatini tezlik koeffitsienti deb ataladi va φ bilan belgilanadi.

(8.8) ni (8.7) bilan solishtirsak natijada tezlik koeffitsientini hisoblash uchun ushbu formulaga ega bo'lamiz:

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\zeta}} \quad (8.11)$$

Ko'rinib turibdiki, $\varphi < 1$. Ideal suyuqliklar oqqanda esa $\zeta=0$, $\varphi=1$ bo'lib, oqish tezligi uchun nazariy formulani olamiz. Tajribalarni ko'rsatishicha suv uchun $\zeta=0,06$, $\varphi=0,97 \div 0,98$ bo'ladi.

Teshikdan oqayotgan suyuqlikning amaliy sarfi quyidagicha hisoblanadi.

$$Q_a = g_a S_e$$

(8.5) da $S_e = \varepsilon S_2$ bo'lgani uchun (8.8) ni hisobga olib, oxirgi tenglikdan ushbu munosabatni olamiz: $Q_a = \varphi g_n \varepsilon S_2 = \varphi \varepsilon g_n S_2$

bu so'nggi formulani (8.4) bilan solishtirib, nazariy va amaliy sarflar uchun quyidagi bog'lanishni olamiz: $Q_a = \varphi \varepsilon Q_n = m g_n S_2$ (8.12)

(8.10) dagi $\varphi \varepsilon$ ko'paytmani m bilan belgilaymiz va **sarf koeffitsienti** deb ataymiz:

$$m = \varphi \varepsilon \quad (8.13)$$

bundan xulosa qilib, sarf koeffitsienti amaliy sarfning nazariy sarfga nisbatiga teng ekanligini ko'ramiz.

$$m = \frac{Q_a}{Q_n}$$

Yuqorida φ va ε uchun keltirilgan tajriba miqdorlaridan $m=0,60 \div 0,63$ ekanligi ma'lum.

ε , φ , m larning keltirilgan qiymatlari Reynoldsoning katta miqdorlari uchun to'g'ri. Aslini olganda bu koeffitsientlar Re ning funksiyasidir.

8.3. Suyuqlikning tsilindr naychadan oqishi.

Idish devoridagi teshikka o'rnatilgan kalta Quvurlar naychalar deb ataladi. Odatda, naychalardan sarfni ko'paytirish yoki ixcham oqimchalar olish uchun foydalaniladi. Ko'p hollarda idish devori qalin bo'lib, u parma bilan teshilganda naycha shaklida teshik paydo bo'ladi.

Naychalardan oqayotgan suyuqlikni hisoblashda yuqorida keltirilgan tezlik va sarf formulalaridan foydalanamiz, lekin ε , φ , m koeffitsientlarning qiymati boshqacha bo'ladi.

Tsilindrik naychalardan suyuqlik oqayotganda kirishda u devordan ajraladi va torayadi. Bu hodisa xuddi yupqa devordagi teshikdan oqish holidagi kabi bo'ladi, lekin bu torayish to'xtab, toraygan oqimcha bilan naycha devori orasida uyurmali harakat vujudga kelganligi sababli kengayish boshlanadi va oqim naychaning butun kesimini egallab olguncha davom etadi. Natijada oqimcha naychaning ko'ndalang kesimiga teng kesimda chiqib ketadi. Bu hodisa naychaning uzunligi l uning diametridan 3-4 marta

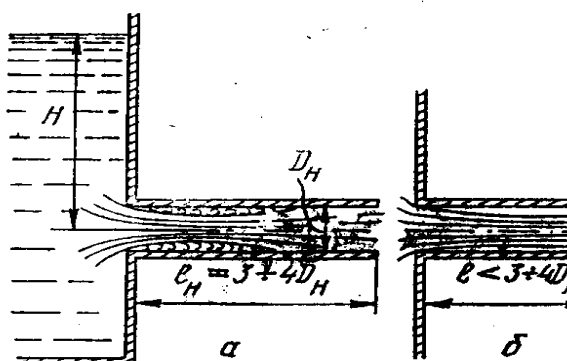
katta bo'lganda to'liq amalga oshadi (8.2-rasm, a)

Bu holda oqimcha diametri naycha diametriga teng bo'lgani uchun siqilish koeffitsienti $\varepsilon = 1$, binobarin, $m = \varphi$ bo'ladi.

Agar naycha $l_n = (3 \div 4)D_n$ dan kalta bo'lsa, u holda toraygan oqimcha naycha kesimigacha kengayib ulgurmaydi va oqim teshikdan oqayotgan suyuqlik kabi bo'ladi

(8.2-rasm, b). Naycha uzunligining uning diametriga nisbati $\frac{l_n}{D_H}$ va Reynold s soni tezlik hamda sarf koeffitsientlariga ta'sir ko'rsatadi. Bu ta'sir tajribalarda ko'p tekshirilgan bo'lib, φ , m , va ζ larning o'rtacha qiymatlari tsilindrik naychalar uchun quyidagicha bo'ladi.

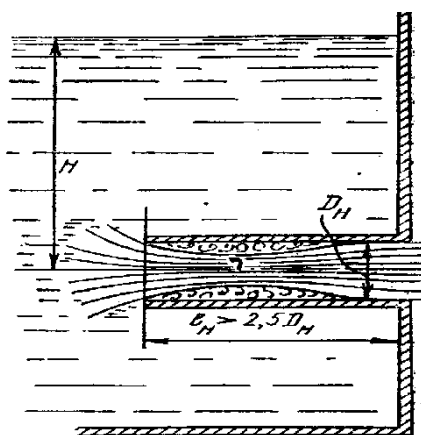
$$\varphi = m = 0,80 \quad \zeta = 0,55$$



8.2-rasm. Naychadan oqish

Yupqa devordagi teshikdan oqish holi bilan solishtirish natijasi shuni ko'rsatadiki, tsilindrik naychalardan oqishda oqimchaning siqilishi bo'lmagan uchun sarf ortadi, lekin qarshilik katta bo'lgani uchun tezlik kamroq bo'ladi. Ba'zi hollarda ichki tsilindrik naychalar qo'llanib, ular idish devoridagi teshikka ichkari tomonidan kavsharlangan juda kichik Quvur ko'rinishida bo'ladi.

Bunday naychalarda oqimcha kirishdagi torayishdan keyin $l_n > 2,5D_n$ ga teng uzunlikda to'liq kengayadi (8.3-rasm). Bu holda ham $\varepsilon = 1$ bo'lib, $m = \varphi = 0,70$ bo'ladi, $l_n < 1,5D$ da esa oqim to'liq kengayishda ulgurmaydi, natijada sarf kamayib ketadi.



8.3-rasm. Ichki tsilindrik naycha

8.3.1. Turli xil naychalar

TSilindrik naychalarning kamchiliklari shulardan iboratki, ularning uzunligi yetarli bo'lib, oqimcha to'liq kengayishga ulgursa (8.2-rasm, a) u holda qarshilik ortib ketadi. Agar u kaltaroq bo'lsa, oqimcha to'liq kengaymasligi (8.2-rasm, b) natijasida sarf koeffitsienti kamayib ketadi. SHuning uchun odatda boshqa xildagi naychalar ham qo'llaniladi. Ular konusimon kengayuvchi (8.4-rasm, a) konussimon torayuvchi (8.4-rasm, b) va konondal naychalardir (8.4-rasm v).

Konussimon kengayuvchi naychalarda (diffuzorlarda) kirishda oqimcha juda ko'p torayadi, so'ngra esa tez kengaya boshlaydi va naychani butunlay to'ldiradi. SHuning uchun siqilish koeffitsienti $\varepsilon=1$. Konuslik burchagi $\theta > 8$ bo'lganda esa oqimcha to'liq kengaya olmaydi va natijada naycha devorlariga tegmay oqadi. Bu holda oqish yupqa devordagi teshikdan oqish holidan farq qilmaydi.

Kengayuvchi naychalarda tezlik, siqilish va sarf koeffitsientlari ($\theta \leq 8$) da konussimon kengayish burchagiga bog'liq bo'lib, ularning qiymatlari o'rtacha $m=\varphi=0,45$ bo'ladi. Bunday naychalarda tezlik kamayib ketadi. Bunga sabab naychada oqimcha torayishi va so'ngra tez kengayishi natijasida qarshilik ko'payib ketishidir. SHunga qaramay suyuqlik sarfi ancha ko'payadi. Albatta sarf koeffitsientidan buning aksi ko'rinadi, lekin bu koeffitsient kengaygan chiqish kesimiga tegishli ekanini hisobga olsak, sarfning ko'payishi tushunarli bo'ladi. Konussimon kengayuvchi naychalarda oqimcha toraygan vakuum paydo bo'ladi va u so'rish effektini vujudga keltiradi. Bu effekt tsilindrik naychalarda ham bo'ladi, lekin kengayuvchi naychalar kuchli. Bunday naychalar past bosimlarda yaxshi natija beradi.

Konussimon torayuvchi naychalarda ham φ , m , ε koeffitsientlar konuslik burchagi θ ga bog'liq. Bunday naychalarda kirishda oqimcha torayadi (bu hodisa tsilindrik naychalardagiga qaraganda kamroq bo'ladi) va so'ng kengayadi. Naychadan chiqishda esa, uning kesimi torayishda davom etgani uchun oqimcha uchun ikkinchi torayish yuz beradi. Bu naychalarda ichki torayish kam bo'lgani uchun unga sarf bo'lgan energiya ham kam bo'ladi. Tajribalardan ma'lumki, torayuvchi naychalarda tezlik koeffitsienti konuslik burchagi ortishi bilan ortib boradi: sarf koeffitsienti esa avval ortib borib, $\theta = 13'$ da eng katta qiymatga ($m = 0,946$) erishadi, so'ngra esa kamayadi. SHuni aytish kerakki, sarf koeffitsienti ortishiga qaramay torayuvchi naychalarda sarf kamayadi, chunki barcha koeffitsientlar chiqish kesimiga nisbatan olingan. Bu naychalarda chiqish kesimi kirish kesimiga nisbatan toraygani uchun katta tezliklar olish mumkin.

Konondal naychalarning shakli yupqa devordagi teshikdan oqayotgan suyuqlik oqimi shakliga o'xshash bo'ladi. SHuning uchun ularda ichki torayish boshqa naychalardagiga qaraganda kichik bo'lib, qarshilik ham kam bo'ladi. Demak tezlik, sarf va siqilish koeffitsientlari eng katta bo'ladi. Naycha devorlari juda silliqlanganda $m=\varphi=0,995$ gacha yetadi: Konondal naychalar eng katta tezlik va sarf beradi, lekin ularni yasash qiyin bo'lgani uchun amalda juda kam qo'llaniladi.

Turli naychalarda suv uchun oqish koeffitsientlarining qiymatlari 8.1-jadvalda keltirilgan. Turli naychalar aktiv turbinalarning soplolarida, gidravlik turbinalarning so'ruvchi turbinalarda, fontanlarning soplolarida, brandspoyt, gidromonitorlarda, turli suyuqliklarni so'ruvchi va sochuvchi va boshqa turli qurilmalarda ishlatiladi.

Naychalar katta idish devoriga emas, balki Quvurning uchiga o'rnatilgan bo'lsa, (8.10) va (8.12) formulalarda kirishdagi tezlik, $\mathcal{G}_1$ ni hisobga olish kerak bo'ladi. Bu holda sarf formulasi quyidagicha yoziladi:

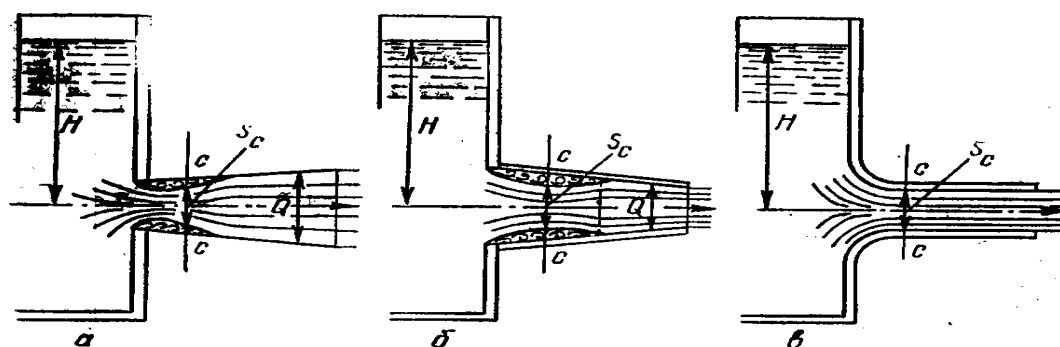
$$Q = m \frac{\pi D_n^2}{4} \sqrt{\frac{2gH}{1 - \left(\frac{D_n}{D_m}\right)^2}}$$

Bu yerda: D_n va D_t – naycha va Quvur diametrlari

8.1-jadval. Har xil shakldagi naychalar va dumaloq teshik uchun siqilish, tezlik va sarf koeffitsientlari

№	Naychalar turi va teshiklar	Rasm	E	ϕ	m	ζ
1.	Yupqa devordagi dumaloq teshik	9.1	0,64	0,97	0,62	0,06
2.	Tashqi tsilindrik naycha	9.2	1	0,82	0,82	0,5
3.	Ichki tsilindrik naycha	9.3	1	0,71	0,71	1,0
4.	Konussimon kengayuvchi naycha $\theta=7'$ bo'lganda	9.4-a	1	0,45	0,45	3÷4
5.	Konussimon torayuvchi naycha $\theta=13' 24''$ bo'lganda	9.4-b	0,982	0,963	0,94 6	0,09
6.	Konondal naycha	9.4-s	1	0,97	0,97	0,04

Ba'zi hollarda katta sarf yoki tezlik olish uchun ikki xil naychani ketma-ket qo'yiladi. Masalan brandspoylarda Quvurning o'ziga oxirgi tsilindrik naycha bilan tugaydigan konussimon torayuvchi naycha qo'yiladi.



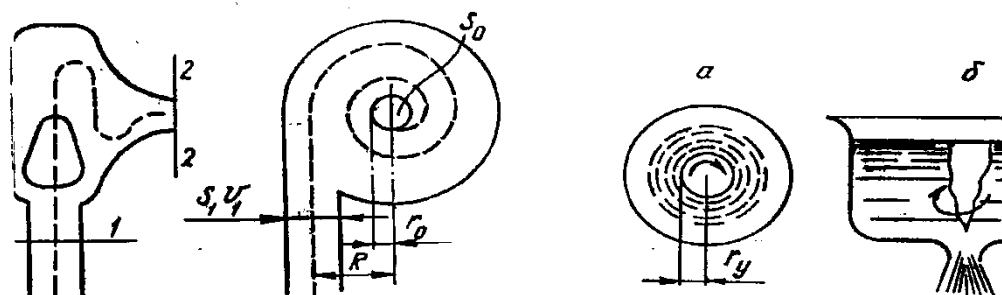
8.4-rasm. a-konussimon kengayuvchi naycha, b-konussimon torayuvchi naycha, v- konoidal naycha

8.4. Maxsus qurilmalarni turlari va ularning tafsiloti.

Yuqorida aytib o'tilganidek, oqimchali harakatlar (xususan suyuqliklarning teshik va naychalardan oqishi) texnikaning turli sohalarida qo'llaniladi. Bularga misol sifatida forsunkalar, bosimni boshqaruvchi apparatlar, tashqi zarbani susaytiruvchi qurilmalar, soplolar va boshqalarni ko'rish mumkin. Ulardan ba'zilar haqida qisqacha to'xtalib o'tamiz.

Forsunkalar suyuqlikni changitish, ya'ni suyuqlik atmosferaga (yoki yuqori bosimli gaz bilan to'la fazaga) oqib chiqishi bilan uning oqimchasi mayda zarrachalarga parchalanib ketishini vujudga keltirish uchun ishlatiladigan maxsus naychalardir. Bunday forsunkalar yonish kameralariga yoqilgini yuqorida aytilgan usul bilan yetkazib berib, u yerda uning yonishiga yordam beradi. Ularning ishlash printsiplari

quyidagicha: avval suyuqlikning uyurma harakati vujudga keltiradi, so'ngra esa hosil bo'lgan oqim toraytiriladi (8.5-rasm). Suyuqlik forsunka ichiga urinma bo'yicha kiritilishi natijasida uning harakat miqdori momenti deyarli o'zgarmaydi, ammo oqimning torayishi natijasida aylanma tezlik ortib borib, qochma kuchning ortishiga sabab bo'ladi. Bu kuch suyuqlikning chiqishida devorga shunday siqadiki, natijada uning yupqa qavati vujudga kelib, forsunkadan chiqishda mayda tomchilarga aylanib ketadi. Bu harakat vaqtida forsunkaning o'qi bo'yicha sirtidagi bosimi bir atmosferaga teng havo (gaz) uyurmasi vujudga keladi (8.6-rasm, a). Bu uyurma idishlarning bo'shashidagi uyurma varonkasi (8.6-rasm, b) ga uxshaydi, lekin forsunkada tezkariorq bo'ladi. Forsunkada suyuqlik sarfi formulasi (8.12) quyidagicha yoziladi.



8.5-rasm. Forsunka kesimining 8.6-rasm. Forsunkada uyurmali sxemasi. oqimchanning hosil bo'lish sxemasi.

$$Q = m S_0 \sqrt{2g \frac{p}{\gamma}}$$

Bu yerda r -forsunka ichida suyuqlikning bosimi; m -sarf koeffitsienti, u maxsus formula bilan topiladi, S_0 -forsunkadan chiqishdagi kesim yuzi. Professor T.N. Abramovich yaratgan nazariya bo'yicha sarf koeffitsienti forsunkaning o'lchamlari va shakliga bog'liq bo'lib, quyidagicha hisoblanadi.

$$m = \frac{\varepsilon}{\sqrt{1 + \frac{A^2 - \varepsilon^2}{1 - \varepsilon}}}$$

Bu yerda:

$$A = \frac{S_0 R}{S_1 r_0}$$

S_1 - forsunkaga kirishdagi kesim yuzi; R -kirishdagi oqimning aylanish radiusi; r_0 - chiqishdagi kesim radiusi.

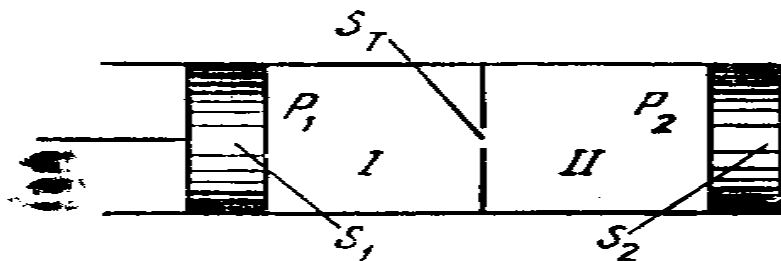
Drossellar va klapanlar (gidrouzatmalarda) bosim ma'lum chegaradan ortib ketganda uni kamaytirish uchun ishlatiladi. Bularning turlari juda ko'p bo'lib, ular to'g'risida maxsus bo'limlarda to'xtalib o'tiladi (8.7-rasm). Biz quyida drosselni

soddalashtirilgan shaklda keltiramiz. Bu holda bosimlari P_1 va P_2 bo'lgan bo'limlar teshik (yoki jikler deb ataluvchi tor bo'g'izcha) orqali tutashtirilgan bo'lib, birinchi bo'lmada bosim oshib ketganda suyuqlik ikkinchi bo'lmaga oqib o'tadi. Bu jarayon ikkala bo'lmada bosim tenglashguncha davom etadi. Bunday qurilmalarda suyuqlik tezligi va sarfi quyidagicha hisoblanadi:

$$v = \varphi \sqrt{\frac{2g\Delta p}{\gamma}} = \varphi \sqrt{2g(H_1 - H_2)}$$

$$Q = mS_m \sqrt{\frac{2g\Delta p}{\gamma}} = mS_m \sqrt{(H_1 - H_2)2g}$$

Bu yerda: $\Delta p = p_1 - p_2$; S_t - teshikning kesim yuzi;
 N_1, N_2 - birinchi va ikkinchi kameralardagi bosimlar.



8.7-rasm.

8.5. Suyuqliklarning teshikdan o'zgaruvchan bosimda oqishi.

O'zgaruvchan bosimda oqish yoki idishlarning teshikdan yoki naychadan oqish hisobiga bo'shashi masalasini ko'ramiz. Idishning tubida teshik yoki naycha bo'lib, undan suyuqlikning oqishi hisobiga bosim kamayib boradi. Natijada oqish tezligi ham kamayib boradi. SHuning uchun bu masala beqaror harakatga misol bo'ladi. Lekin bosim ham, tezlik ham vaqt davomida sekin o'zgargani uchun harakatni qisqa vaqt oraliqlarida barqaror harakatdek ko'rish mumkin. Bu holda masalani yechish uchun Bernulli tenglamasidan foydalansak bo'ladi.

Idishdagi suyuqlikning o'zgaruvchan balandligini H , shu balandlikdagi suyuqlik kesimi yuzini S_0 bilan belgilaymiz (8.8-rasm). Kichik vaqt oralig'i dt davomida idishdagi suvning sathi (teshikdan oqish hisobiga) dH ga o'zgaradi. Bu vaqt ichida oqib ketgan suyuqlik miqdori idishdagi suyuqlikning kamayishi Qdt ga teng, ya'ni

$$SdH = - Qdt$$

Bu yerda manfiy ishora idishdagi suyuqlikning kamayganini bildiradi. Ko'rilayotgan vaqt oralig'ida (yuqorida aytilganidek) Bernulli tenglamasidan foydalanish mumkin bo'lgani uchun sarf (8.10) formula bilan hisoblanadi. U holda (8.13)

$$SdH = -mS_0\sqrt{2gH}dt$$

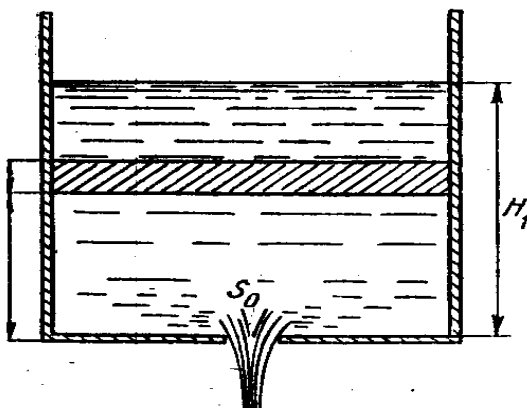
quyidagicha yoziladi:

Oxirgi tenglikdan ko'rinadiki, agar sarf koeffitsienti m ni idish bo'shatish davomida

o'zgartirmaydi desak, u holda idishning bo'shash vaqti quyidagicha hisoblanadi:

$$t = -\frac{1}{mS_0\sqrt{2g}} \int_H^0 S \frac{dH}{\sqrt{H}}$$

Vaqt davomida suyuqlik sirti yoki idish kesimi yuzi S ning sath H ning



8.8-rasm

o'zgarishiga qarab qanday o'zgarishi $S = f(H)$ ma'lum bo'lsa, u holda (8.15) tenglikning ung tomonidagi integralni hisoblash mumkin. Prizmatik idishlar uchun $S = \text{const}$ ekanligini nazarda tutib, idishning ixtiyoriy sathli suyuqlikdan bo'shash vaqtini hisoblaymiz:

$$t = \frac{S}{mS_0\sqrt{2g}} \int_0^H \frac{dH}{\sqrt{H}}$$

yoki

Idishdagi suyuqlikning dastlabki sathini H_d desak, dastlabki hajm $V_d = SH_d$ bo'ladi. U

$$t = \frac{2S}{mS_0\sqrt{2g}} \sqrt{H} = \frac{2SH}{mS_0\sqrt{2gH}}$$

holda idishning dastlabki sathi H_d suyuqlikdan bo'shash vaqti bilan quyidagicha

$$t = \frac{2V_d}{Q}$$

bog'lanadi:

Bu formuladan ko'rinadiki, o'zgaruvchan bosimda idishning bo'shash vaqti shu bo'shagancha hajmli suyuqlikning o'zgarmas H_d bosimda oqib ketishi uchun ketgan vaqtga qaraganda ikki barobar ko'p ekan. Bunday masalalar benzin baklarining bo'shab

borishini hisoblashda kerak bo'ladi. Masalan, (8.15) tenglamadan suyuqlik sathining H_1 dan H_2 gacha o'zgarishi uchun ketgan vaqtni quyidagicha hisoblash mumkin:

$$t = \frac{2S}{mS_0\sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})$$

SHuningdek, o'xshash yopiq idishlarning kichik diametrli teshiklardan oqish hisobiga bo'shashi masalasini ham ko'rish mumkin. Suyuqlikning bosimi ko'p idishdan bosimi kam idishga o'tishi masalasini ham xuddi shunday ko'rish mumkin.

NAZORAT SAVOLLARI:

- 1) Suyuqliklarni yupqa devorli kichik teshikdan oqishini tushuntiring.
- 2) Suyuqlikni teshikdan oqib chiqishda nazariy va amaliy tezlik va sarflarni topish formulalarini keltiring.
- 3) Siqilish, tezlik va sarf koeffitsientlari haqida tushuncha bering.
- 4) Cuyukliqni naychalardan oqishini tushuntiring.
- 5) Naychalarni qaysi turlarini bilasiz.
- 6) Konussimon kengayuvchi naychani ishlashini tushuntiring.
- 7) Konussimon torayuvchi naychani va uni qo'llanishini tushuntiring.
- 8) Konsoidal naycha haqida tushuncha bering.
- 9) Suyuqlikni teshikdan o'zgaruvchan bosimda oqib chiqishini tushuntiring.

TAYANCH IBORALAR:

Amaliy tezlik, amaliy sarf, amaliy, atmosfera bosimi, bosim, bosimni boshkaruvchi apparatlar, gidrouzatmalar, devor qalinligi, devordan ajralib, diffuzor, drosellar, yon sirt, inertsia kuchi, ixcham oqimcha, ichki qirra, ichki torayish, ichki tsilindrik naycha, kalta Quvur, katta idish, katta naycha, kichik teshik, klapanlar.

QUVURLARNI GIDRAVLIK HISOBLASH

REJA:

- 9.1. Quvurlarni gidravlik hisoblash.
- 9.2. Sodda Quvurlarni hisoblashning asosiy tenglamasi.
- 9.3. Quvurlarni ketma-ket va paralel ulash.
- 9.4. Gidravlik zarba hodisasi.
- 9.5. To'g'ri zarba uchun N.E. Jukovskiy formulasi.
- 9.6. Teskari gidravlik zarba haqida tushuncha.
- 9.7. Gidravlik zarbani susaytirish usullari.
- 9.8. Gidravlik zarbadan amalda foydalanish.

9.1 Quvurlarni gidravlik hisoblash.

Quvurlarning geometrik o'lchamlari (diametri, uzunligi) ni ma'lum sarfga moslab hisoblash yoki berilgan bosimda o'lchamlari berilgan Quvurlarning sarflarini hisoblash **Quvurlarni gidravlik hisoblash** deyiladi.

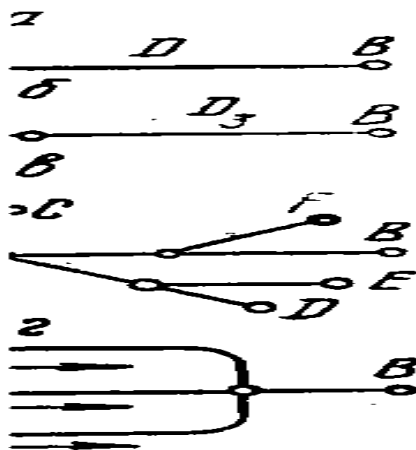
Gidravlik hisoblash vaqtida Quvurlarning uzunligi yoki hisoblashning gidravlik shartlariga qarab, ular ikki turga bo'linadi: uzun va qisqa Quvurlar.

Uncha uzun bo'lmagan va mahalliy qarshiliklari sezilarli bo'lib, Quvurning uzunligi

bo'yicha qarshiligining kamida 5-10 % ni tashkil etadigan Quvurlar qisqa Quvurlar deb ataladi.

Bularga misol qilib nasoslarning so'rish Quvursini, benzobakdagi karbyuratonga benzin o'tkazuvchi Quvurni, avtotraktor va boshqa qurilmalar dvigatellarining moy o'tkazuvchi Quvurlarining, gidrouzatmalaridagi tutashtiruvchi Quvurlar va hokazolarni keltirishi mumkin.

Ancha uzoq masofaga cho'zilgan va gidravlik qarshiliklar majmuida asosiy qismni ishqalanish qarshiligi tashkil qilgan Quvurlar uzun Quvurlar deb ataladi. Bunday Quvurlarda mahalliy qarshiliklar aloxida hisoblanmaydi va ishqalanish qarshiligining 5-10% iga teng deb qabul qilinadi. Bularga vodoprovod Quvurlari neft va gazlarning tarqatuvchi Quvurlar va boshqalar misol bo'ladi. Quvurlar ishlash sxemasiga qarab ikki turga bo'linadi: sodda Quvurlar (9.1-rasm a, b); Murakab Quvurlar (9.1-rasm v, g). Sodda Quvurlar hech qanday tarmoqlarga ega bo'lmagan Quvurlardir. Murakab Quvurlar esa bir necha tarmoqlarga ega bo'lgan Quvurlardir. Bundan tashqari,



9.1-rasm.

Quvurlar, tupik yopiq Quvurlarga ajraladi. Bir yo'nalishda suyuqlik oqadigan Quvurlar **tupik Quvurlar** deyiladi. Suyuqlikni biror yerga ikki va undan ortiq yo'nalish bo'yicha berish mumkin bo'lgan Quvurlar **yopiq Quvurlar** deyiladi. Yopiq Quvurlar ishonchli bo'lib, uning ayrim qismlari buzilib, ta'mir qilishdan oldin ham suv ta'minoti to'xtamaydi.

Yuqorida aytilganlardan tashqari tranzit sarfli Quvurlar ham mavjud bo'lib, ularda suyuqlik yo'l bo'yicha o'zgarmay qolishi yoki tekis taqsimlanib borishi mumkin.

9.2. Sodda Quvurlarning hisoblashning asosiy tenglamasi.

Quvurlarni hisoblashda biz yuqorida keltirilgan ishqalanish va mahalliy qarshiliklar uchun chiqarilgan formulalardan foydalanamiz. SHuning uchun biz suyuqlik Quvurda qaysi tartibda oqishini ham bilishimiz kerak.

Avvalo o'zgarmas diametrli sodda Quvur olamiz. Bunday Quvur ketma-ket joylashgan bir qancha to'g'ri Quvur bo'laklaridan tashkil topgan deb qarash mumkin. Bularda bosimning pasayishini barcha qarshiliklarning yig'indisi ko'rinishida hisoblaymiz.

$$N = N_{l1} + N_{M1} + N_{l2} + N_{M2} + \dots + N_{ln} + N_{Mn}. \quad (9.1)$$

Yuqorida keltirilgan formuladan foydalanib quyidagi

$$H = \lambda \frac{l_1}{D} \frac{g^2}{2g} + \zeta_1 \frac{g^2}{2g} + \lambda \frac{l_2}{D} \frac{g^2}{2g} + \zeta_2 \frac{g^2}{2g} + \dots + \lambda \frac{l_n}{D} \frac{g^2}{2g} + \zeta_n \frac{g^2}{2g}$$

munosabatni chiqaramiz. Bu formula bo'yicha bosimning pasayishini hisoblash murakab va ko'p vaqtni oladi, chunki Quvur juda ko'p bo'laklarga ajratilgan bo'lishi mumkin.

Oxirgi munosabatda tezlikni sarf orqali ifodalab, $g = \frac{Q}{\pi D^2}$ va o'xshash hadlarni guruhlab, quyidagini yozamiz:

qavs ichidagi miqdorni a bilan belgilasak, u holda

$$\begin{aligned} H &= (l_1 + l_2 + \dots + l_n) \frac{\lambda}{D} \frac{g^2}{2g} + (\zeta_1 + \zeta_2 + \dots + \zeta_n) \frac{g^2}{2g} = \\ &= \lambda \frac{\sum l_i}{D} \frac{g^2}{2g} + \sum \zeta_i \frac{g^2}{2g} + \frac{8\lambda}{g\pi^2 D^5} \sum l_i Q^2 + \frac{8}{g\pi^2 D^4} \sum \zeta_i Q^2 \end{aligned}$$

$$N = a Q^2 \quad (9.2)$$

$$H = \left(\frac{8\lambda}{g\pi^2 D^5} \sum l_i + \frac{8}{g\pi^2 D^4} \sum \zeta_i \right) Q^2$$

O'lchov birligi $\frac{c^2}{m^5}$ bo'lgan a miqdor Quvurning qarshiligi deb ataladi va bo'ladi.

$$a = \frac{8\lambda}{g\pi^2 D^5} \sum l_i + \frac{8}{g\pi^2 D^4} \sum \zeta_i$$

a miqdor Quvurning uzunligi, diametri, mahalliy qarshiliklar koeffitsientlariga bog'liq bo'lib, kvadrat qarshilik sohasida o'zgarmas bo'ladi.

Laminar soha uchun yuqoridagi formulalardagi Quvurning qarshiligi a va qarshilik koeffitsienti K (9.3) formula yordamida hisoblab topiladi. Bunda λ Puazeyl formulasi bo'yicha hisoblanadi:

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Kvadratcha sohada esa λ silliq Quvurlar uchun Blazius formulasi bo'yicha hisoblanadi:

$$\lambda = \frac{0.3164}{Re^{0.25}}$$

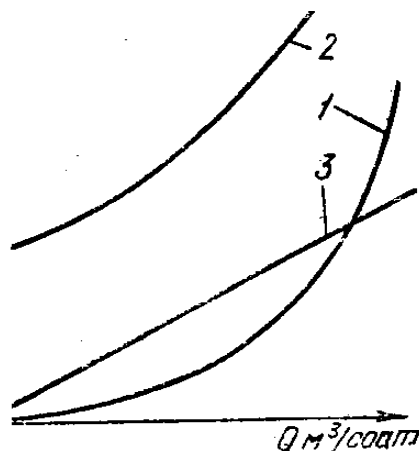
Quvurlarni hisoblashni osonlashtirish uchun (9.2) yoki (9.5) formula bo'yicha jadval tuzib olish kerak. U holda bosim pasayishini turli qiymatlariga tegishli sarf miqdorlarini shu jadvaldan olish mumkin bo'ladi.

(9.2) tenglama (9.5) bilan birgalikda sodda Quvurni hisoblashning asosiy tenglamasi deyiladi. Bu tenglama bosim sarf orasidagi bog'lanishni grafik ko'rinishda ifodalashga imkon beradi. Ko'rinish turibdiki, bu grafik koordinatalar boshidan o'tuvchi

kvadratik parabola ko'rinishida ifodalanadi. (9.2-rasm, 1-grafik). Agar Quvurning hisoblash tekisligidan qancha balandda joylashgan H_z ni hisobga olsak, u holda H va Q o'rtasidagi munosabat koordinatalar boshidan H_z balandlikka joylashadi. (9.2-rasm, 2-grafik) U holda umumiy bosim H va H_z yig'indisidan iborat bo'ladi:

$$H_y = H_z = H = H_z = a Q^2 \quad (9.4)$$

Harakat laminar bo'lsa, u holda N grafigi to'g'ri chiziqqa aylanadi (9.2-rasm, 3 grafik) H - Q grafigi yordamida berilgan bosim uchun sarfni topish mumkin. Buning uchun ordinata o'qidan berilgan bosimga tegishli kesimini olib, uning uchidan absitsissa o'qiga parallel chiziq o'tkazamiz. Bu chiziqning xarakteristikasi bilan kesishgan nuqtasidan absitsissa o'qiga tushirilgan perpendikulyar undan Quvurda berilgan bosimda sarfning miqdoriga to'g'ri keladigan kesma ajratadi. Agar Quvurdan o'tishi kerak bo'lgan sarf ma'lum bo'lib, bosimni topish kerak bo'lsa, sarfni topish uchun qo'llangan usulni teskari tartibda bajaramiz.

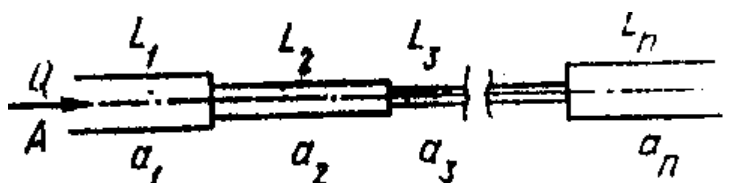


9.2-rasm. Quvurning xarakteristikasi.

9.3. Quvurlarni ketma-ket va parallel ulash.

Ketma-ket va parallel ulangan Quvurlarni hisoblash sodda Quvurlarni hisoblashga qaraganda murakkab bo'lib, u qaysi tartibga ulanganiga bog'liq. SHuning uchun bu ikki ulash usulini ayrim-ayrim ko'rib chiqamiz.

Ketma-ket ulash. Bir necha har xil diametrli Quvurlardan tashkil topgan truboprovodni ko'ramiz. Ular ketma-ket ulangan bo'lib, qarshiliklari $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$, uzunliklari $L_1, L_2, \dots, L_n$ bo'lsin. Bu Quvurlarning har birida sarflar teng bo'lishi uzilmaslik tenglamasidan ko'rinadi. U holda Quvurlardagi bosimning kamayish



9.3- rasm. Quvurlarni ketma-ket ulash.

(9.2) ga asosan aniqlanadi:

$$\begin{aligned} H_1 &= a_1 Q^2 \\ H_2 &= a_{12} Q^2 \end{aligned}$$

$$H_n = a_n Q^2$$

ko'rilayotgan truboprovodda esa qarshiliklarni qo'shish protsentiga asosan quyidagicha hisoblanadi:

$$H = H_1 + H_2 + \dots + H_n = (a_1 + a_2 + \dots + a_n) Q^2 \quad (9.6)$$

SHunday qilib, Quvurlar ketma-ket ulanganda umumiy qarshilik xususiy qarshiliklar yig'indisidan iborat:

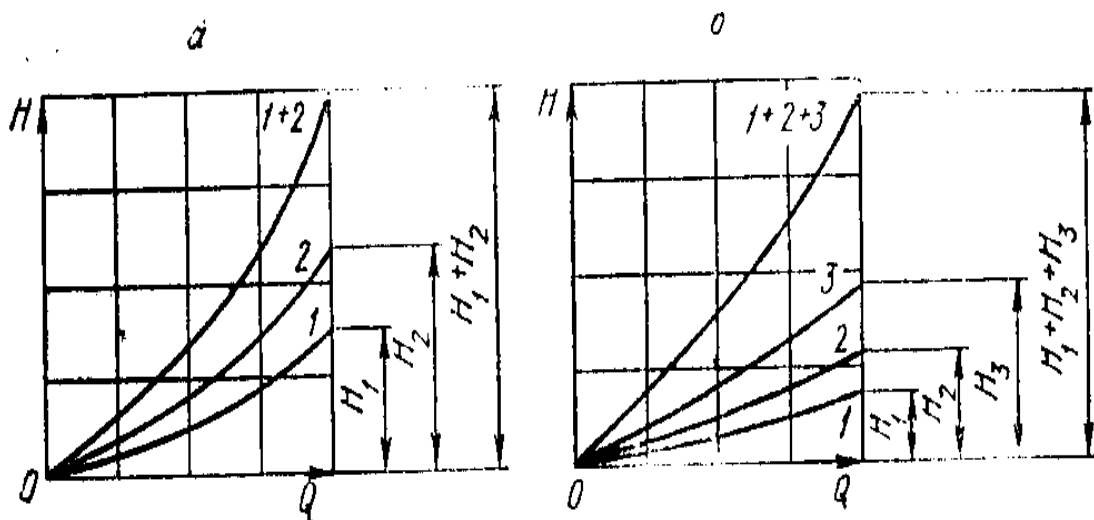
$$a = \sum_{1}^n a_n$$

Bu ikki (9.6) va (9.7) tenglama Quvurlarni ketma-ket ulashda xarakteristika tuzish uchun asos bo'ladi.

Avval ketma-ket ulangan ikkita Quvurni ko'ramiz. Bu Quvurlarning xarakteristikalarini 9.4-rasm, a da 1 va 2 grafiklar orqali ifodalangan.

Ikki truboprovodning xarakteristikasini tuzish uchun (9.6) tenglamaga asosan bir xil sarfda ikki Quvurdagi bosim kamayishlarini qo'shamiz, ya'ni bir xil abtsissalarda ikkala egri chiziqning ordinatalarini qo'shamiz.

Ketma-ket ulangan uchta Quvurning umumiy xarakteristikasini tuzish uchun avval 1,2,3, Quvurlarning xarakteristikalarini tuzib olamiz(9.4-rasm, b). So'ngra bir xil abtsissada ularning ordinatalarini qo'shib bir chiziq bilan tutashtiramiz. n ta ketma-ket ulangan Quvurning umumiy xarakteristikasini tuzish ham shu usulda bajariladi. Ko'rilayotgan holda kirishdagi va chiqishdagi tezlik bosimlari har xil bo'lgani sababli truboprovod uchun talab qilinadigan bosim formulasi (9.9) dan farqli ravishda, kirishdagi va chiqishdagi tezlik damlarining farqi qatnashadi:



9.4-rasm. Ketma-ket ulangan Quvurlarning xarakteristikasi

$$H = Z_A - Z_B + \frac{\alpha_A \mathcal{Q}_A^2 - \alpha_B \mathcal{Q}_B^2}{2g} + \sum H_n + \frac{P_B}{\gamma} =$$

$$= H_z + CQ^2 + aQ^2$$

bu yerda

$$C = \frac{1}{2g} \left(\frac{\alpha_A}{S_A^2} - \frac{\alpha_B}{S_B^2} \right),$$

$$a = \sum_{i=1}^n a_i,$$

$$H_z = Z_A - Z_B + \frac{P_B}{\gamma}$$

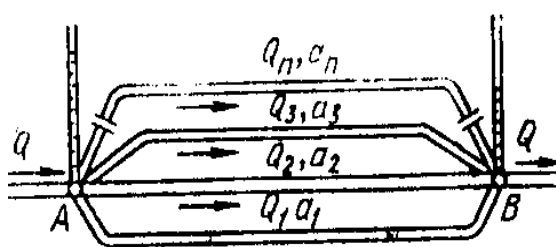
S_A, S_B — kirish va chiqishdagi kesim yuzlari.

Parallel ulash. Endi bir qancha parallel ulangan sodda Quvurlardan tashkil topgan murakkab Quvurni ko'ramiz (9.5 – rasm).

Sodda Quvurlarning sarflari $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$, qarshiliklari $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ bo'lsin. Umumiy sxemadan ko'rinib turibdiki, murakkab Quvurning sarfi sodda Quvurlar sarflarining yig'indisiga teng.

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n = \sum Q_n.$$

Har bir sodda Quvurdagi bosimning kamayishi ham, murakkab Quvurdagi bosimning kamayishi ham A va B nuqtalardagi to'la bosimlarning ayirmasiga teng



9.5-rasm

$$H_A - H_B = H_1 = H_2 = H_3 = \dots = H_n = H \quad (9.7)$$

Har bir Quvurdagi bosimning kamayishi (2) ga asosan quyidagicha aniqlanadi:

$$H_1 = a_1 Q_1^2$$

$$H_2 = a_2 Q_2^2$$

.....

$$H_n = a_n Q_n^2$$

$$Q = \frac{\sqrt{H_1}}{\sqrt{a_1}} + \frac{\sqrt{H_2}}{\sqrt{a_2}} + \frac{\sqrt{H_3}}{\sqrt{a_3}} + \dots + \frac{\sqrt{H_n}}{\sqrt{a_n}} \quad (9.8)$$

Bulardan sarflarni topib, (9.6) ga qo'yamiz va (9.7) formuladan foydalanib, quyidagi munosabatni olamiz:

$$Q = \left(\frac{1}{\sqrt{a_1}} + \frac{1}{\sqrt{a_2}} + \frac{1}{\sqrt{a_3}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{a_n}} \right) \sqrt{H} \quad (9.9)$$

$$H = \frac{Q^2}{\left(\frac{1}{\sqrt{a_1}} + \frac{1}{\sqrt{a_2}} + \frac{1}{\sqrt{a_3}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{a_n}} \right)^2} \quad (9.10)$$

Bu tenglikdan murakkab Quvur uchun bosim kamayishi tenglamasini chiqaramiz:

SHunday qilib, parallel ulangan murakkab Quvurning qarshiligi uchun quyidagi formulani olamiz.

$$a = \frac{1}{\left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{a_i}} \right)^2}$$

Parallel ulangan Quvurprovodning xarakteristikasini tuzish uchun (9.6) va (9.7) tenglamalardan foydalanamiz. Avval ikki parallel Quvurdan iborat murakkab Quvurni ko'ramiz (9.6-rasm,a). Parallel Quvurlarning xarakteristikalari 1 va 2 grafiklar ko'rinishida ifodalangan. Murakkab Quvurning xarakteristikasini hosil qilish uchun (9.7) ga asosan bosimning biror qiymatida 1 va 2 Quvurlardagi sarflarni qo'shamiz, ya'ni oordinata o'qining kesmalarini qo'shamiz. Bu ishni bosimning barcha qiymatlari uchun bajarib, murakkab Quvur uchun xarakteristika hosil qilamiz. Uchta parallel Quvurdan tashkil topgan murakkab Quvurning xarakteristikasi ham 1,2,3 Quvurlarning xarakteristikalarini tuzishdan boshlanadi. Bu holda bir xil bosimda 1 Quvurning sarfiga avval 2 Quvur sarfini, so'ng 3 Quvur sarfini qo'shish yo'li bilan murakkab Quvurning xarakteristikasini tuzamiz. N ta parallel Quvurdan tuzilgan murakkab Quvurning xarakteristikasi ham xuddi shu usulda hosil qilinadi.

9.4.Gidravlik zarba hodisasi.

Quvurlarda gidravlik zarba hodisasi deformatsiyalanuvchi Quvurlardagi kam siqiluvchi suyuqlikning tezligi yoki bosimi keskin o'zgarganida 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 oqimni 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 yil) e'lon qilingan. Suyuqlik ρ_0 tezlik bilan va p_0 bosim bilan harakat qilayotgan Quvurning oxiridagi kran «J» bir onda yopilsin deylik. (9.6 - rasm, a). U holda kranga (yopilgandan so'ng) birinchi yetib kelgan suyuqlik zarrachalarining tezligi sunib, ularning kinetik energiyalari Quvurning devorlarini va suyuqlikning deformatsiyalash ishiga aylanadi. Bu yerda gidravlikaning avval ko'rilgan bo'limlarida 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 Δp_3 ni vujudga keltiradi. SHunday qilib, jo'mrak oldida hosil bo'lgan Δp_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 oshish chegarasi (a—a kesim) jo'mrakdan ta'minlovchi idish tomonga, zarba to'lqinining tezligi deb ataluvchi a tezlik bilan siljib boradi. Bosim Δp_3 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 Δp_3 esa Quvur bo'yicha butunlay tarqalgan bo'ladi (9.6—rasm, b). Lekin, Quvurdagi suyuqlik teng vaznli holatda bo'lmaydi. Bosimlar farqi Δp_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 r_0 bosimi v_0 tezlikka ega suyuqlik oqimini qoldiradi (9.6- rasm, v). Suyuqlik va Quvur devorlari elastik deb qaralib, r_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



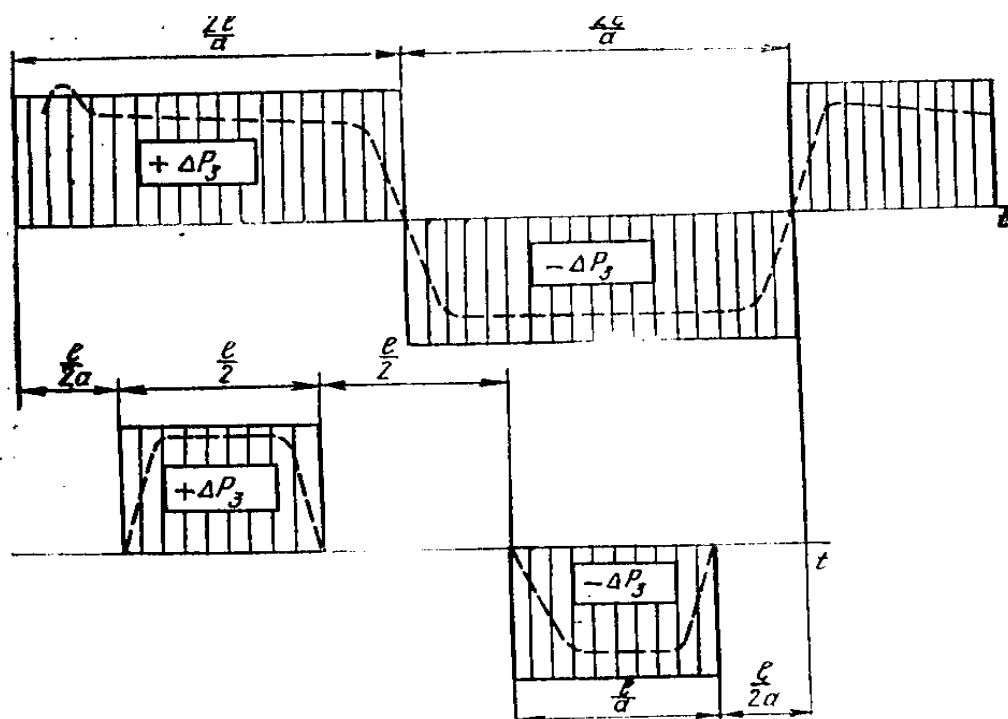
9.6-rasm.

oqishda davom etib, jo'mrakdan uzilishga intiladi (9.6- rasm, g). Natijada krandan idishga tezlik bilan harakat kiluvchi manfiy zarba to'lqini vujuga keladi va u bosimni Δp_3

ga kamaytirib, Quvur devorini toraytirib, suyuqlikni kengaytiradi (9.6–rasm, d). Suyuqlikning kinetik energiyasi yana deformatsiya ishiga aylanadi, lekin bu ish endi manfiy bo'ladi. Bu harakat davom eta borib, manfiy zarba to'lqini ham idishgacha yetib keladi. (9.6- rasm, ye) 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 (9.6-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 tsikl takrorlanadi.

N.E. Jukovskiy tajribalarida bunday tsiklning 12 marta takrorlanishi qayd qilingan, lekin har bir navbatdagi tsiklda, ishqalanish kuchi va energiyaning idishdagi suyuqlikka o'tishi natijasida Δr_3 kamayib borgan. Gidravlik zarbaning vaqt davomida o'tishi 9.7-rasmda diagramma ko'rinishida tasvirlangan (9.7–rasmdagi, a) diagrammada jo'mrak bir onda yopilgan deb qarab, jo'mrakning oldidagi k nuqtadagi bosimning nazariyadagi o'zgarishi Δr_3 tutash chiziqlik bilan tasvirlangan. Quvurning o'rtasidagi v nuqtaga zarba bosimi $\frac{l}{2}a$ vaqtga kechikib keladi va to'lqinning bu nuqtadan idishga borib qaytib kelgunicha, ya'ni $\frac{l}{a}$ vaqt saqlanib turadi. So'ng v nuqtada bosim r_0 ga tiklanadi (ya'ni $\Delta r_3=0$) va shu holda teskari to'lqin yetib kelguncha, $\frac{l}{a}$ vaqt saqlanadi (9.7 – rasm, b).

9.7–rasmda bosimning haqiqiy o'zgarishi ham tasvirlangan bo'lib, u punktir chiziqlik bilan ifodalangan. Bundan ko'rinadiki, haqiqiy bosim grafigi tik o'zgargani bilan, bu o'zgarish keskin emas. Bundan tashqari, tebranish so'nib boradi, ya'ni uning amplitudasi energiyaning sarf bo'lishi hisobiga kamayib boradi.



9.7-rasm

9.5. To'g'ri zarba uchun N.E. Jukovskiy formulasi.

Gidravlik zarba vaqtida bo'ladigan o'zgarishlarni va zarba kuchini hisobga olish uchun zarba bosimi Δr_3 ning qiymatini aniqlash kerak. Buning uchun zarba bosimi ostida suyuqlikning siqilgan holi uchun harakat miqdorining o'zgarishi haqidagi teoremani qo'llab, gidravlik zarba bosimi uchun N.E. Jukovskiyni quyidagi formulasini olamiz:

$$\Delta r_3 = \rho \mathcal{G}_0 a$$

Bundan ko'rinadiki, gidravlik zarba bosimi suyuqlikning zichligi, tezligi va shu suyuqlikda to'lqin tarqalishi tezligiga proporsional bo'lib, ularning ko'paytmasiga tengdir. Agar suyuqlikda to'lqin tarqalishi a suyuqlikning va Quvurning elastiklik

$$a = \frac{1}{\sqrt{\frac{p}{k} + \frac{2\rho R}{\delta E}}}$$

xossalarga bog'liq

bo'lsa, umumiy holda to'lqin tarqalishi

bilan ifodalanadi. deformatsiyalanmaydigan ($E = \infty$) Quvurlar uchun esa

$$a = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

ko'rinishga ega bo'ladi.

Bu yerda: K —suyuqlikni elastiklik moduli

R —Quvur radiusi.

E —materialni elastiklik moduli.

δ —Quvur qalinligi

Oxirgi formula zichligi ρ va elastiklik moduli K bo'lgan suyuqlik uchun tovush tezligidan iboratdir.

Tezlik suv uchun $1435 \frac{m}{c}$, benzin uchun $1116 \frac{m}{c}$, yog'lar uchun $1400 \frac{m}{c}$ deb taxminiy hisoblash mumkin. Albatta, Quvurning materialiga qarab u ko'proq yoki kamroq bo'ladi.

9.6. Teskari gidravlik zarba haqida tushuncha.

Agar jo'mrak to'liq yopilmasa va suyuqlikning tezligi butunlay so'nmasa, hamda u $\mathcal{G}_0$ dan $\mathcal{G}$ ga kamaysa, bunda chala gidravlik zarba hosil bo'ladi. Bunday zarba uchun N.E. Jukovskiy formulasi quyidagicha yoziladi.

$$\Delta p_3 = \rho (\mathcal{G}_0 - \mathcal{G}) a$$

Bu formula jo'mrakning bir onda (juda tez) yopilmagan holi uchun to'g'ri bo'ladi. Agar jo'mrakning yopilish vaqtini t_δ 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'lqini kran butunlay yopilib ulgurmasidan oldin idishdan qaytib jo'mrakka yetib keladi. Tabiiyki, bu holda bosimning ortishi Δr_3 to'g'ri zarba holidagi Δr_3 ga qaraganda kichik bo'ladi.

Agar oqim tezligi jo'mrak yopilishiga qarab kamayib borsa, bosim esa vaqt bo'yicha chiziqli ortadi deb hisoblasak (9.8- rasm), u holda

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

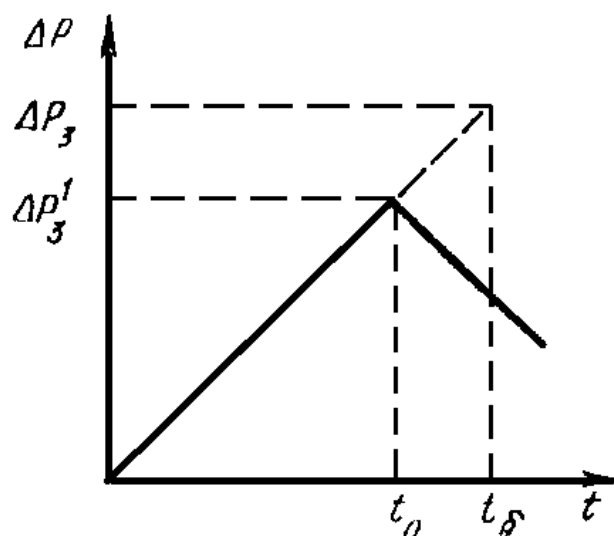
munosabat o'rinli bo'ladi. Bundan:

$$\Delta p'_3 = \frac{\Delta p_3 t_0}{t_\delta} = \frac{\rho g_0 a 2l}{a t_\delta} = \frac{2\rho g_0 l}{t_\delta} \quad (9.11)$$

SHunday qilib, teskari gidravlik zarba bosimi $\Delta p'_3$ to'g'ri zarba bosimi Δp_3 dan farqli ravishda Quvurning uzunligiga bog'liq, a tezlikka bog'liq emas.

Hozirgi vaqtda gidrosistemalarda tez ishlaydigan boshqarish uskunalari (elektromagnit jo'mraklar va h.) qo'llanishi sababli, ularning ishga tushish vaqti juda qisqa (taxminan 0,008 – 0,002 s) bo'lib, Δp_3 juda katta qiymatlar (bir necha va hatto

o'nlarча $\frac{MH}{M^2}$) ga erishadi. Bosimning bunday ortishi gidrosistemalar ayrim bo'laklarining ishdan chiqishiga sabab bo'ladi. Bundan tashqari, gidravlik zarbada bosim impulslari butun gidrosistema bo'yicha tarqalib, uning ayrim boshqaruv qurilmalari (bosim rel'si, gidroqulflar va h.k.) ning to'satdan ishlay boshlashiga sabab bo'ladi. Bunday hollarda gidravlik zarbaga qarshi kurash usullaridan foydalanish kerak bo'ladi.



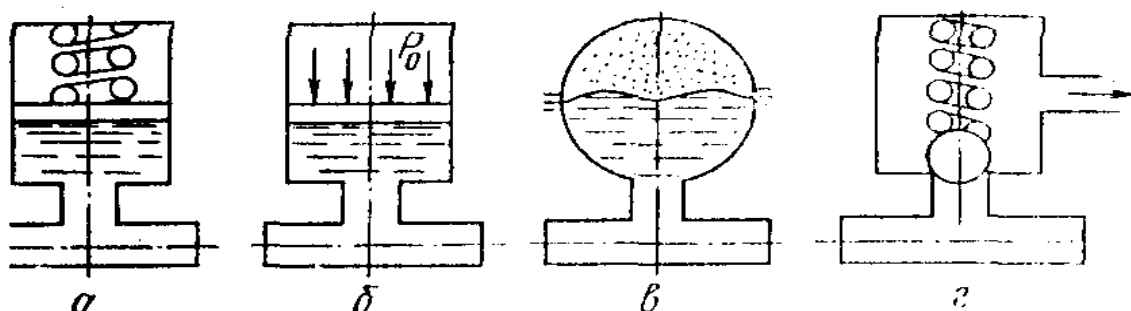
9.8-rasm.

9. 7. Gidravlik zarbani susaytirish usullari

Gidravlik zarba ta'sirini susaytirish turli usullar bilan amalga oshiriladi.

Birinchi usul -jo'mrakning keskin ochilish yoki yopilish vaqti t ni uzaytirib, t yetkazish yo'li bilan to'g'ri gidravlik zarbani yo'qotib, ni kamaytirish. Bu ish, odatda, drosselli rele yordamida bajariladi. Odatda, jo'mrakning holati (ochiq yoki yopiq) o'zgartirilganda suyuqlik truboprovodka rele orqali o'tgani uchun uning sarfi (demak, tezligi) prujinali klapanlar yordamida asta-sekin o'zgarib, ma'lum vaqtdan keyin kerakli qiymatga yetadi. Tajribalarning ko'rsatishicha, Quvurlarni zarbasiz tutashtirish bosimning o'zgarishi $22 \frac{MH}{M^2}$ atrofida va $t=0,1s$ bo'lganda ishonchli ta'minlanadi.

I k k i n c h i u s u l - Quvurlarga gidravlik zarbani so'ndirgich (kompensator) lar o'rnatish. So'ndirgichlar Quvurdagi suyuqlikka nisbatan yuqori siqiluvchanlik xususiyatiga ega elastik elementli



9.9-rasm. Turli so'ndirgichlar.

idishlardan bo'lib, turli konstruktiv tuzilishga ega (9.9-rasm). Eng ko'p tarqalgan so'ndirgichlar elastik elementli prujina (9.9-rasm, a) va gaz (9.9-rasm, b) bo'lgan porshenli, membranali (9.9-rasm, v) va klapanli (9.9-rasm, g) so'ndirgichlardir. So'ndirgichlar, odatda, zarba tug'diruvchi (jo'mrak) yoki zarbadan himoyalalanuvchi qism yoniga o'rnatiladi. Ular yordamida zarba bosimining kamayishi so'ndirgichga suyuqlik oqimi bilan birga kelgan kinetik energiyaning elastik elementlar tomonidan yutilishi hisobiga amalga oshadi. So'ndirgichning elastik elementi qancha ko'p deformatsiyalansa, yutilgan energiya ham shuncha ko'p bo'ladi. SHuning uchun elastik elementning elastiklik xarakteriskasi imkon bergan chegarada mumkin bo'lgan deformatsiyaning o'zgarish bo'lishiga harakat qilish kerak bo'ladi. Bu esa gazli so'ndirgichlarda gaz bo'lmasini shunday tanlab olishni taqozo qiladiki, zarba to'lqinining 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'shib, kanaldagi bosim zarba bosimidan oshib ketishi 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 (9.9-rasm, v). Yuqorida aytilganidek, so'ndirgichda tebranma harakatning paydo 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 uzunligi va diametrini to'lqinlarga kamroq ta'sir qiladigan qilib tanlab olinadi. Zarba to'lqinlarini klapanli so'ndirgichlar (9.9-rasm, g) yordamida ham susaytirish mumkin.

Bu holda klapanlar va energiyani yutuvchi elastik elementlarning 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.

U c h i n c h i u s u l -gidravlik zarba paydo bo'lishi kutiladigan Quvurning uzunligini oshirish. Bu holda qarshilik kuchining hisobiga energiya kamayishi va zarba

to'liqini davrining ortishi natijasida to'g'ri zarbani yo'qotish yo'li bilan zarba to'liqining ta'siri kamaytiriladi.

9.8. 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 (9.10-rasm).

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

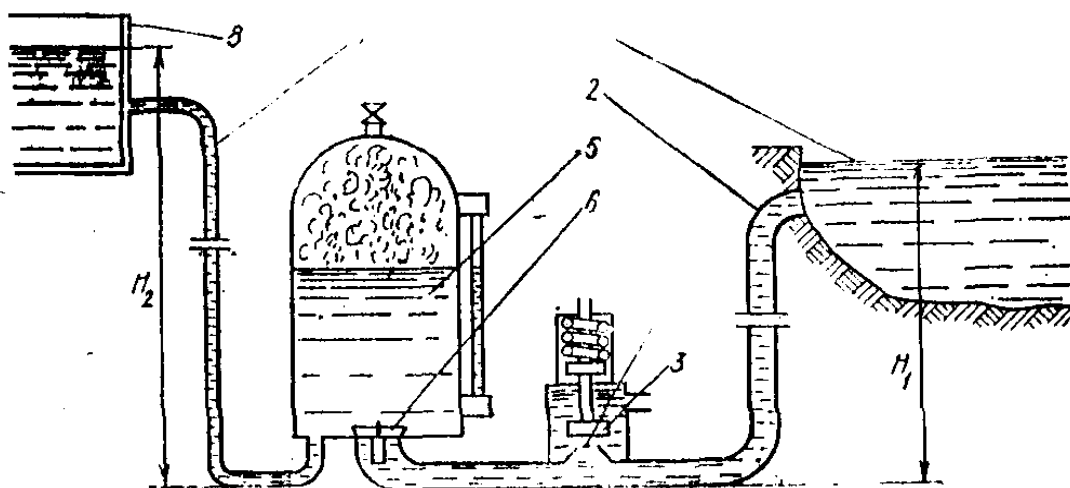
Gidrotaran ish tsiklining bu davri tezlanish davri deyiladi. Klapan 3 ga kirishda oqim torayib boradi (tirqish 4) va Bernulli printsiptiga asosan suyuqlikning tezligi ortib, bosimi kamayib boradi. Natijada kesimning eng toraygan yerida bosim shunchalik kamayadiki, klapan 3 prujinaning qarshiligini yengib, 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 Quvursi 7 orqali qabul qiluvchi idish 8 ga chiqarib beradi. Hidrotaran ish tsiklining bu davri **haydash davri** deyiladi. Zarba bosimi havo qalpog'ida so'nib va Quvurda ta'minlovchi idishdagi sath balandligi N_1 bilan ifodalanuvchi normal bosim tiklanadi yoki teskari zarba hosil bo'lib, Quvurda bosim kamayadi. Natijada klapan 3 ochilib, gidrotaranda tsikl yana tarorlanishi uchun sharoit vujudga keladi. Hidrotaranlarni hisoblashda foydali ish

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

koeffitsientini aniqlash uchun Eytel veyn quyidagi formulani taklif qilgan
bu yerda N_1-N_2 — ta'minlovchi va qabul qiluvchi idishdagi suyuqlik sathining balandligi.

Ba'zida zarba bosimi Δr_z ni kamaytirishdan ko'ra sistemaning zaif qismlarining mustahkamligini oshirishni afzal ko'riladi.



9.10-rasm. Hidravlik taran.

NAZORAT SAVOLLARI:

- 1) Quvurlarni gidravlik hisoblash deganda nimani tushunasiz?
- 2) Uzun Quvurlar va qisqa Quvurlarni tushuntiring.
- 3) Sodda va murakkab Quvurlarni tushuntiring.
- 4) Sodda Quvurlarni hisoblashni ng asosiy tenglamasini keltiring.
- 5) Quvurlarni ketma-ket ulaganda uni hisoblashni tushuntiring.
- 6) Quvurlarni parallel ulaganda ularni hisoblashni tushuntiring.
- 7) Hidravlik zarba hodisasini tushuntiring.

TAYANCH IBORALAR:

Bosim, bosimi, bosimni o'zgarishi, bosimning pasayishi, geometrik o'lchamlari, gidravlik shartlar, gidravlik zarba, gidravlik zarbaning fazasi, gidravlik taran, gidravlik hisoblash, deformatsiya ishi, deformatsiyalanuvchi Quvur, diametri, drosselli rele, Jukovskiy, jo'mrak, zarba bosimi, zarba to'qlini, ishqalanish qarshiligi.

OQIMNING DEVORLAR BILAN O'ZARO TA'SIRLASHUVI

REJA:

- 10.1. Oqimchanning to'siqlarga ta'siri.
- 10.2. Oqimning devorga ta'sir kuchi.
- 10.3. Gazlarni quvurlardagi harakati.

10.1. Oqimchanning to'siqlarga ta'siri.

Quvurda oqayotgan suyuqlik undan chiqkandan keyin ham o'z harakatini davom ettiradi. Quvurdan chiqqan bunday oqimcha biror to'siqqa uchrasa, o'z shaklini o'zgartirib, to'siqni aylanib oqib o'tishga intiladi. Bunday harakatlarni tekshirish

texnikada muhim ahamiyatga ega bo'lib, turbinalarni hisoblash, gidromashinalarning boshqaruv apparatlari, to'siqlarni oqimcha bilan buzish va boshqa ishlarda qo'llaniladi.

Oqimchaning o'z yo'lida uchragan to'siqqa ta'siri uning ta'sir etuvchi kuchi bilan baholanadi. Bu kuch oqimchaning tezligi, uning ko'ndalang kesimi o'lchamlari, to'siqning shakli va o'lchamlariga bog'liq. Bu masalaning to'g'ri yechilishini D. Bernulli ko'rib chiqqan bo'lib, uning ishi oqimchaning dinamik xarakteristikalarini tekshirishga asos bo'ladi. Biz quyida D. Bernulli qo'llagan yo'ldan borib, oqimchaning ta'sir kuchini aniqlash uchun harakat miqdorining saqlanish qonunidan foydalanamiz.

Umumiy holda oqimchaning yo'nalishiga simmetrik joylashgan qo'zg'almas to'siqqa ta'sir qiluvchi kuchning aniqlashdan boshlaymiz (10.1-rasm). Bu holda oqimcha to'siq bo'ylab $x-x$ o'qiga nisbatan α burchak ostida, ikki tamonga tarqaladi. Uning simmetrikligini hisobga olib, ikkala yo'nalishda tezlik va sarflar teng deb hisoblash mumkin. Oqimchada 1,2 va 3 kesimlar bilan chegaralangan hajm olamiz. Bu hajm dt vaqt o'tganidan keyin oqimchaning yangi holatida 1^1 , 2^1 , 3^1 , kesim bilan chegaralangan bo'ladi. Harakat miqdorining o'zgarishi kuch impulslarining yig'indisiga teng bo'ladi. Bu qonunni yuqorida aytilgan hajmga qo'llasak, u holda 1 va 1^1 kesim orasidagi massa (m_1) uchun harakat miqdori $m_1 u_1$, 2 va 2^1 kesimlar orasidagi massa (m_2) uchun $m_2 u_2$ va 3^1 kesimlar orasidagi massa (m_3) uchun esa $m_3 u_3$ ekanini hisobga olgan holda $x-x$ o'qi bo'yicha harakat miqdorini o'zgarishi qonunidan quyidagi tenglikka ega bo'lamiz:

$$m_2 u_2 \cos \alpha + m_3 u_3 \cos \alpha - m_1 u_1 = -Rdt \quad (10.1)$$

Bu yerda R - oqimchaga devorning reaksiya kuchi.

Ko'rilayotgan hajm uchun $m_2 = m_3$, $u_2 = u_3$ ni nazarga olib, bu tenglikni quyidagicha yozamiz.

$$2m_2 u_2 \cos \alpha - m_1 u_1 = -Rdt. \quad (10.2)$$

Yuqorida aytilganga asosan, to'siqning simmetrikligidan $m_1 = 2m_2$ ekanligi ko'rinadi. Bu holda (10.2) tenglamani bunday ifodalaymiz

$$Rdt = m_1 u_1 (1 - \cos \alpha). \quad (10.3)$$

Ikkinchi tomondan,

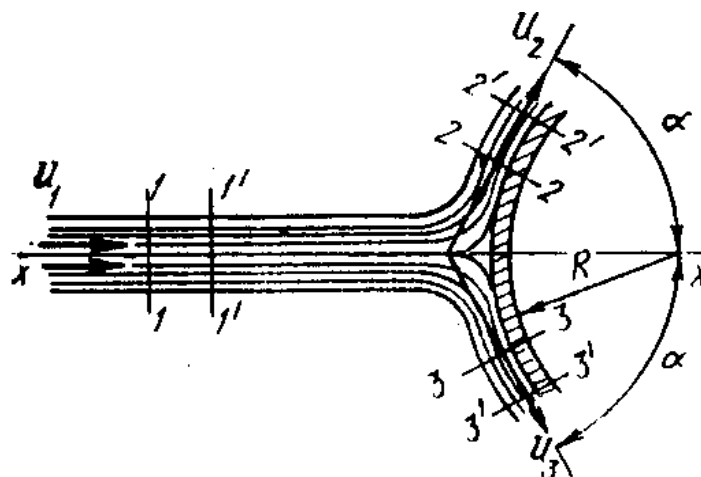
$$m_1 = \rho q dt \left(\frac{u_1}{g} \right)$$

Bo'lganligi uchun

$$Rdt = \left(\frac{\rho q}{g} \right) u_1 (1 - \cos \alpha) dt \quad (10.4)$$

SHunday qilib, oqimchaga devorning reaksiya kuchini quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$R = \left(\frac{\rho q}{g} \right) u_1 (1 - \cos \alpha) \quad (10.5)$$



10.1-rasm.

Oqimchaning devorga ta'sir kuchi esa reaksiya kuchiga teng va teskari yo'nalgan bo'lib, $q = dSu_1$ ni hisobga olsak, quyidagiga teng bo'ladi:

$$P = \left(\frac{\gamma u_1^2}{g} \right) dS (1 - \cos \alpha) \quad (10.6)$$

10.2. Oqimning devorga ta'sir kuchi

Yuqorida keltirilgan oqimchaning to'siqqa bo'lgan ta'sir kuchidagi tezlikni o'rtacha tezlik $\mathcal{G}$ bilan, elementar yuza dS ni oqimning yuzasi S bilan almashtirsak, oqimning devorga ta'sir kuchi uchun quyidagi formula olamiz:

$$P = \left(\frac{\gamma \mathcal{G}^2}{g} \right) dS (1 - \cos \alpha) \quad (10.7)$$

Bu formula o'lchamlari katta bo'lmagan dumaloq plastinka (10.2-rasm,a) va yarim sfera

$$\mathcal{G} = \varphi \sqrt{2gH}$$

(10.2-rasm, b) uchun ham to'g'ri. Agar devor bilan oqim yo'nalishi orasidagi burchak $\alpha = 90^\circ$ bo'lsa (10.2-rasm, v), u holda (10.7) formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

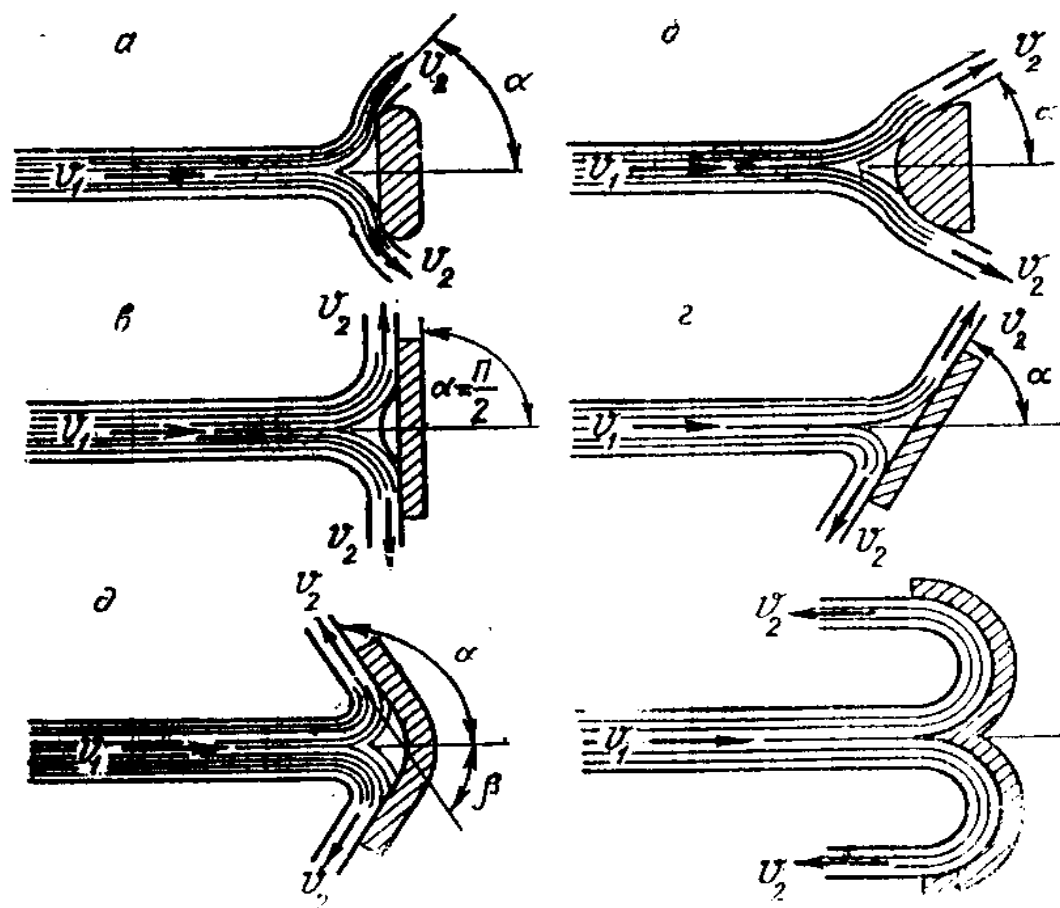
$$P = \left(\frac{\gamma \mathcal{G}^2 S}{g} \right) \quad (10.8)$$

Devor oqim chiqayotgan teshikka juda yaqin bo'lganda oxirgi formulaga oqimning teshikdan yoki naychadan oqib chiqish formulasi qo'yish mumkin.

Tezlik koeffitsientini taxminan birga teng deb qabul qilsak, u holda

$$P = 2\gamma HS \quad (10.9)$$

bo'ladi. Demak, bu holda oqimning devorga ta'sir kuchi asosiy oqim kesimiga, balanligi ikkilangan tezlik bosimiga teng bo'lgan suyuqlik ustuni og'irligiga teng.



10.2-rasm

Agar burchak $\alpha=90^\circ$ dan ortiq bo'lsa (10.2-rasm, d), $180-\alpha$ ni β bilan belgilab, (10.7) formulani quyidagicha yozamiz:

$$P = \frac{(\gamma g^2 S (1 + \cos \beta))}{g} \quad (10.10)$$

Bu formuladan ko'rinadiki, α burchagi ortishi bilan oqimning devorga bosimi ortadi. Devorga tushadigan maksimal bosim suyuqlik to'liq orqaga qaytganda yoki $\alpha=180^\circ$ ($\beta=0$) da yuzaga keladi (10.2-rasm, ye):

$$P = \left(\frac{2\gamma g^2 S}{g} \right) \quad (10.11)$$

Ya'ni bu holda devorga tushadigan bosim oqimning perpendikulyar tekislikka ta'sir kuchidan ikki barobar katta bo'ladi.

Bu hodisa texnikada cho'michli turbinalarda qo'llaniladi, ya'ni turbinaning cho'michini oqimni 180° orqaga qaytaradigan qilib loyihalanadi. Oqim uning yo'nalishidagi α burchak ostida qo'yilgan tekis devorga urilganda esa (10.2-rasm, g) bosim quyidagiga teng bo'ladi:

$$P = \frac{\gamma g^2 S \sin^2 \alpha}{g} \quad (10.12)$$

Bu holda oqimning devorga zarbasi qiya zarba deyiladi. Devorga tushadigan normal bosim esa bunday hisoblanadi:

$$P = P \sin \alpha = \frac{\gamma g^2 S \sin^2 \alpha}{g} \quad (10.13)$$

Agar devor oqimga yoki qarama-qarshi tomonga qarab biror g' tezlik bilan harakat qilsa, unda birinchi holda oqimchanning tezligi $\frac{(g+g')}{g}$ nisbatda ortib, ikkinchi $\frac{(g-g')}{g}$ holda esanisbatda kamayadi. Bu hollarda bosim ham ortadi yoki kamayadi

$$P = \frac{\gamma(g \pm g')^2 S}{g} \quad (10.14)$$

10. 3. Gazlarni quvurlardagi harakati uchun Bernulli tenglamasi

Odatda, harakat yo'nalishi bo'yicha bosim kamayib boradi. Suyuqliklarda hajmiy siqilish koeffitsienti β_r juda kichik bo'lgani uchun bu o'zgarish suyuqlikning fizik xossalariga ta'sir qilmaydi. Lekin gazlarda bosimning ozgina o'zgarishi ham uning parametrlariga ta'sir qiladi. Bundan tashqari, gazlarda suyuqliklarga qaraganda tezlik bir necha baravar katta bo'ladi. Bu esa bosimga va gazning fizik xossalariga, birinchi galda uning solishtirma og'irligiga ta'sir qiladi. Ammo gaz oqimining ko'ndalang kesimi bo'yicha tezlik deyarli o'zgarmaydi. SHuning uchun gazlarda $\alpha \sim 1$ bo'ladi. Gazlar uchun tezlik, bosim, solishtirma og'irlik tez o'zgargani uchun birinchi va ikkinchi kesim orasidagi masofani cheksiz kichik Δl deb olamiz. U holda Bernulli tenglamasi differentsial ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$$d\left(\frac{g^2}{2g}\right) = \frac{dp}{\gamma} + dz - dh_{1-2} \quad (10.15)$$

bu yerda

$$d\left(\frac{g^2}{2g}\right) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{(g_1^2 - g_2^2)}{2g} \right)$$

$$d\left(\frac{p}{\gamma}\right) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{(p_1 - p_2)}{\gamma} \right)$$

$$dz = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (z_1 - z_2).$$

Endi (10.15) tenglamadan integral olamiz. U holda (10.15) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\int d\left(\frac{g^2}{2g}\right) + \int \frac{dp}{\gamma} + \int dz - \int dh_{1-2} = \text{const} \quad (10.16)$$

Bu tenglikda birinchi, uchinchi va to'rtinchi integrallarni hisoblash oson:

$$\int d\left(\frac{g^2}{2g}\right) = \frac{g^2}{2g}; \quad \int dz = z; \quad \int dh_{1-2} = h_{1-2};$$

Uchinchi integralni hisoblashda solishtirma og'irlik bosimga bog'liq ekanligini nazarga olish kerak bo'ladi. Protsessni politropik deb qarash, u holda

$$\frac{p}{\gamma^n} = \frac{p_0}{\gamma_0^n}$$

bo'ladi. Bu tenglikdan

$$\gamma = \frac{p_0^n \gamma_0^{\frac{1}{n}}}{p_0^n}$$

bu yerda n -politropiya ko'rsatkichi; γ_0 -boshlanich holatdagi solishtirma og'irlik; r_0 -boshlang'ich holatdagi bosim. Oxirgi munosobatdan foydalanib va γ_0 , r_0 o'zgarmas ekanligini hisobga olib, ikkinchi integralni quyidagicha hisoblaymiz:

$$\int \frac{dp}{\gamma} = \int \frac{p_0^n}{\gamma_0^n} = \frac{p_0^n}{\gamma_0^n} \int \frac{dp}{p^{\frac{1}{n}}} = \frac{p_0^n p^{1-\frac{1}{n}}}{\gamma \left(1 - \frac{1}{n}\right)} \quad (10.17)$$

(10.17) dan yana bir marta foydalansak quyidagini olamiz:

$$\int \frac{dp}{\gamma} = \frac{p_0^n p^{1-\frac{1}{n}}}{\gamma \left(1 - \frac{1}{n}\right)}$$

Natijada Bernulli tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi

$$\frac{g^2}{2g} + \frac{n}{(n-1)} \left(\frac{p}{\gamma} \right) + z - h_n = \text{const}$$

Tenglamani ikkita kesim uchun yozamiz:

$$\frac{g_1^2}{2g} + \left(\frac{p_1}{\gamma_1} \right) \frac{n}{(n-1)} + z_1 = \frac{g_2^2}{2g} + \left(\frac{p_2}{\gamma_2} \right) \frac{n}{(n-1)} + z_2 + h_{1-2}$$

Bu tenglama real gazlar uchun Bernulli tenglamasidir. Suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi uchta qiymat g , p , z ni bog'lagan bo'lsa, bu tenglama to'rtta qiymat g , p , z , γ ni bog'laydi. SHuning uchun gazlar harakati tekshirilganda Bernulli tenglamasi bilan foydalaniladi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Oqimchanning to'siqlari ta'sir kuchi qanaqa ko'rsatkichlarga bog'liq?
2. Reaktsich kuchi nimaga teng.
3. Oqimning devorga ta'sir kuchini har xil burchaklar ostida urilgan hollarini tushuntiring.
4. Oqimning devorga ta'sir kuchidan texnikaning qaysi sohalarida qo'llaniladi. Misollar keltiring.
5. Gazlar oqimi uchun Bernulli tenglamasi suyuqlikdagi Bernulli tenglamasidan farqini sababini tushuntiring.

TAYANCH IBORALAR:

Bernulli tenglamasi, Bernulli, burchagi ortishi, burchak, gazlar, gidromashinalarning boshqaruv apparatlari, devor, dinamik xarakteristika, dumaloq plastinka, kesim, qiya zarba, ko'ndalang kesimi, kuch impulslari, massa, normal bosim,

oqim kesimi, oqimning yuzasi, oqimcha, oqimchaning ko'ndalang kesimi o'lchamlari, oqimchaning tezligi, politropiya ko'rsatkichi; real gazlar, sarf, solishtirma og'irligi.

GIDROMASHINALAR HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR.

REJA:

- 11.1 Gidromashinalarni mashinasozlikda tutgan o'rni.
- 11.2 Gidromashinalarning turlari.
- 11.3 Dinamik va hajmiy nasoslarning ishlash printsiplari.
- 11.4 Nasoslarning asosiy ko'rsatkichlari.
- 11.5 Markazdan qochma nasoslar.
- 11.6 Nasos va turbinalar uchun Eyler tenglamasi.
- 11.7 Nasosning nazariy bosimi.
- 11.8 Markazdan qochma nasoslar xarakteristikalar.

GIDROMASHINALAR

Hozirgi zamon sug'orish sistemasini qishloq xo'jaligi sanoatini va texnikaning bir qancha sohalarini nasoslar, kompressorlar, gidrouzatmalar va boshqa gidromashinalarsiz tasavvur qilib bo'lmaydi.

Gidromashinalar–mexanik harakatni suyuqlikning harakatiga yoki suyuqlikning harakatini mexanik harakatga aylantirib beruvchi qurilmadir. Gidromashinalarning yuritmalar deb ataluvchi turlarida esa mexanik harakat avval suyuqlikning harakatiga aylantirilib, so'ngra yana mexanik harakatga aylantiriladi.

Gidromashinalarda harakatlanuvchi turli ish qismlari yordamida suyuqliklarga energiya beriladi va bu energiyadan turli maqsadlarda foydalaniladi yoki suyuqlik energiyasi boshqa mexanizmlarning ish qismlarini harakatga keltiradi.

11.1 Gidromashinalarni mashinasozlikda tutgan o'rni.

Insoniyat tarixida suyuqlik harakatini mexanik harakatga aylantirib beruvchi birinchi qurilma charxpalak bo'lib, uning O'rta Osiyo, Xindiston, Xitoy va Misrda bundan uch ming yil avval sug'orish ishlarida, tegirmonlarda qo'llanilganligi ma'lum. Birinchi nasos porshenli nasos bo'lib, inson yoki hayvon kuchi bilan harakatga keltirilgan. Bu mashinalar Rossiyada qadimdan ma'lum edi. M.V. Lomonosov o'z asarlarida chuqur shaxtalardan suvni tortib olishda foydalanish maqsadida nasoslarni tuzilishi va konstruktsiyalarini keltirgan. U bir qancha qurilmalarni charxpalak yordamida harakatga keltirish usullari ustida ishladi amalda joriy etdi. XVIII–asr o'rtalarda gidravlik qurilmalardan foydalanuvchi zavodlar Uralning o'zida 150 dan ortiq edi. Pol zunov tomonidan kashf qilingan bug' mashinasi porshenli nasoslarni harakatga keltirish uchun asos bo'ldi. L.Eyler o'zining mashhur parrakli gidromashinalar nazariyasini yaratdi va parrakli gidromashinalarning ishini xarakterlovchi muhim munosabatlarni oldi. Bu munosabatlar 1835 yil A.A Sablukov markazdan qochma nasosni kashf etgandan keyin, gidravlik turbinalar va markazdan qochma nasoslarni loyihalashda muhim o'rin tutdi. Gidromashinalar kabi gidrouzatmalarning ham ayrim qismlari qadim zamonlardan qo'llanib kelingan, lekin ularning hozirgi zamon tushunchasida qo'llanilishi yaqin vaqtlarda boshlandi. 1888 yil Rossiyada metallurgiya zavodi injenerlari gidrouzatmalardan foydalanganliklari ma'lum. 1907 yildan boshlab dengiz flotida (gidrotransformator va gidromuftalar) qo'llanila boshladi. Vatanimiz tog' sanoatida 1950 yildan boshlab gidromashinalar va gidrouzatmalar sanoatda qo'llanishi juda tez taraqqiy qila boshladi.

Hozirgi kunda bu qurilmalardan paxta terish mashinalari, traktorlar, bul dozerlar, turli avtomobillar va boshqa mexanizmlarda keng qo'llanilmokda.

Gidravlika va gidromashinalar taraqqiyotining istiqbollari yanada quvvatliroq va foydali ish koeffitsienti yuqorirok nasoslar, turbinalar va gidrouzatmalar yaratish va ularni amalda joriy etish bilan bog'liq bo'ladi.

11.2 Gidromashinalarning turlari.

Nasoslarni guruhlash turlicha bo'lib, ularni tuzilishi, turli parametrlari, suyuqlikka energiya berish usuli va boshqalarga qarab guruhlash usullari mavjud. Eng ko'p tarqalgan usul ishlash printsiptiga qarab guruhlashdir. Bunda nasoslar ikki katta guruhga bo'linib, ular **kurakli** va **hajmiy nasoslar** deyiladi. Bu nasoslar deyarlik barcha nasoslarni o'z ichiga oladi, lekin bir qancha boshqacha printsiptda ishlaydigan nasoslar bunga kirmay qoladi. Bularga oqimchali nasoslar (uchinchi klass sifatida ajratish mumkin) va boshqa ko'targichlar (montejyu, erliftlar va boshqalar) kiradi.

Kurakli nasoslar markazdan qochma, o'qiy, propellerli, uyurmali nasoslarga bo'linadi. Tuzilishi va ishlash printsipti bir xil bo'lgani uchun ventilyatorlarni ham kurakli nasoslar guruhiga kiritish mumkin. Ventilyatorlarning ham markazdan qochma, o'qiy, propellerli turlari mavjud. Kurakli nasoslarni bitta valda bir yoki bir necha ish g'ildiragi o'rnatilishiga qarab, bir pog'onali va ko'p pog'onali nasoslarga ajratish mumkin. Markazdan qochma nasoslar so'rish usuliga qarab bir tomonlama so'ruvchi va ikki tomonlama so'ruvchi nasoslarga bo'linadi.

Hajmiy nasoslar ikki katta guruhga bo'linib, ular **porshenli** va **rotorli** nasoslar deyiladi. Bular yana bir qancha kichik guruhchalarga bo'linadi.

Oqimchali nasoslar esa ejektor, injektor va gidroelevatorlarni o'z ichiga oladi. Nasoslarni bunday guruhlashga ishlab chiqarishda eng ko'p tarqalgan ikki tur (markazdan qochma va porshenli) nasoslar atrofida barcha nasoslarni guruhlashga intilish asos bo'lgan.

Nasoslarni suyuqlikka bergan bosimining katta kichikligiga qarab, past bosimli (20 m. suv ust. gacha), o'rtacha bosimli (20-60 m suv ust. ga teng), yuqori bosimli (60m suv ust. yuqori) nasoslarga ajratish mumkin. Ularni bergan sarfiga qarab past, o'rta va yuqori sarfli nasoslarga bo'linadi.

11.3 Dinamik va hajmiy nasoslarning ishlash printsiplari.

Dinamik nasoslar o'zidan o'tkazayotgan suyuqlikning kinetik energiyasini orttiradi, so'ngra bu energiyaning ko'proq qismini bosim energiyasi (potentsial energiya) ga aylantiradi. Suyuqlikka dinamik nasoslar yordamida kinetik energiya berish ikki bosqichda amalga oshiriladi. Birinchidan, nasosning ish bo'lmasiga yoki ish g'ildiragiga kirishdan oldin siyraklanish hosil bo'lib, siyraklanish bosimi bilan ta'minlovchi idishdagi bosimlar farqi hisobiga suyuqlikning tezligi (ya'ni kinetik energiyasi) ortadi. Ikkinchidan, ish kamerasi yoki ish g'ildiragida mexanik harakat yordamida kinetik energiya beriladi. Kurakli nasoslarda katta tezlik bilan aylanayotgan ish g'ildiragi suyuqlikni aylanma harakat qildiradi, natijada suyuqlikning tezligi avvalo aylanma tezlik hisobiga ortadi. Bundan tashqari, aylanma harakat qilayotgan suyuqlikka albatta markazdan qochma kuch ta'sir qilib, uning markazdan qochma tezligini oshiradi. SHunday qilib suyuqlikning tezligi yana ortadi. SHu usul bilan nasos berayotgan energiyaning kinetik energiya ko'rinishida qabul qiladi. Tabiiyki, markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlik nasos korpusiga borib taqalishi natijasida potentsial energiya (bosim) ham qisman ortadi, lekin bu nasoslarda suyuqlikka asosan kinetik energiya beriladi. Nasosdan chiqishda esa avval spiral yo'l yoki yo'naltiruvchi apparat yordamida, so'ngra

esa diffuzor yordamida suyuqlikning tezligini oshirib beriladi. Natijada suyuqlik olgan kinetik energiyaning ko'pchilik qismi potentsial energiyaga aylanadi. Suyuqlikning qolgan kinetik energiyasi uni inertsia bo'yicha harakat qildiradi. Potentsial energiyadan esa zarruriyatga qarab turli maqsadlarda foydalaniladi.

Hajmiy nasoslarda esa nasosdan o'tayotgan suyuqlikka potentsial energiya ish bo'lmasining o'zida berilgani uchun dinamik nasoslardagi kabi uning chiqishida ham maxsus qurilmalar qo'llashga hojat qolmaydi. Bu nasoslarda suyuqlikka qisman kinetik energiya ham beriladi, lekin unga berilgan energiyaning asosiy qismi potentsial energiyadan iborat.

Bu ish porshenli nasoslarda porshenni ilgarilama–qaytma harakat qildiruvchi kuchi yordamida avval ish bo'lmasining hajmini oshirib, suyuqlikni so'rilish teshigi va so'rilish klapani orqali bo'lmaga kiritish, so'ngra uning hajmini kamaytirish hisobiga haydash teshigi va klapani orqali siqib chiqarish yo'li bilan amalga oshiriladi. Xuddi shu printsip porshen rotorli nasoslarda ham qo'llaniladi. Porshenli nasoslarda bir vaqtda bir necha porshen ishlashi mumkin. Bu holda nasos ko'p karra harakatli yoki qisqacha ko'p harakatli nasoslar deyiladi. SHiberli yoki plastinkali nasoslarda esa suyuqlikka potentsial energiya berish hajmi kamayib boruvchi bo'lmada ikki tomondan plastinkalar bilan chegaralangan hajmning avval bo'lmaning tor qismidan keng qismiga, so'ngra keng qismidan tor qismiga aylanma harakat yordamida siljitish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bunday harakatni porshenli nasosdagi ilgarilama–qaytma harakatga qiyoslash mumkin. Ikki plastinka bilan chegaralangan hajm bo'lmaning tor qismidan keng qismiga siljiganda so'rish, keng qismidan tor qismiga siljiganida esa haydash protsessi vujudga keladi.

11.4. Nasoslarning asosiy ko'rsatkichlari

Nasos vaqt birligida so'rgan suyuqlik hajmi Q uning so'rishi yoki sarfi deb ataladi.

So'rish $\frac{M^3}{c}$, $\frac{l}{c}$ va boshqa birliklarda o'lchanadi. So'rish yoki **sarf nasosning unumdorligi** deyiladi.

Markazdan qochma nasoslarning sarfi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi

$$Q = \omega_1(\pi d_1 - \delta z) b_1 \sin \beta_1$$

yoki

$$Q = \omega_2(\pi d_2 - \delta z) b_2 \sin \beta_2$$

Bu yerda

ω_1, ω_2 – ish g'ildiragiga kirish va chiqishdagi nisbiy tezliklar; d_1, d_2 - ish g'ildiragining ichki va tashqi diametrlari; δ - nasos kuraklarining qalinligi; z – kuraklar soni; b_1, b_2 – kuraklarning kirish va chiqishdagi eni ; β_1, β_2 – kuraklarning kirish va chiqishdagi egrilik burchaklari.

Nasosdan o'tayotgan suyuqlikning birlik og'irlikdagi miqdoriga berilgan energiya (boshqacha aytganda nasosdan o'tayotgan suyuqlik oqimi olgan solishtirma energiyasiga) **nasosning bosimi** deb ataladi va suyuqlik ustunining metrlari hisobida o'lchanadi. N harfi bilan belgilanadi.

Bosim ikki xil usulda aniqlanadi:

- 1) Nasos qurilmasining o'lchov asboblari ko'rsatuvi bo'yicha (nasos ishlab turganda).

2) Suyuqlikka nasos qurilmasi qismlarida berilgan solishtirma energiyalar yig'indisi bo'yicha.

Nasosning vaqt birligida bajargan ishi uning **quvvati** deyiladi. quvvat $\frac{KZ.M}{c}$, o.k., kvt va boshqa birliklarda o'lchanadi. Nasosning biror vaqtda ko'targan suyuqligi Q kg, bosimi N bo'lsa, uning bajargan ishi:

$$A = GH;$$

valga berilgan quvvati:

$$N = \frac{GH}{t}$$

foydali quvvati:

$$N_f = \gamma Q H$$

Foydali quvvatning valga berilgan quvvatga nisbati nasosning foydali ish koeffitsienti (FIK) deb ataladi.

$$\eta = \frac{N_f}{N}$$

11.5 Markazdan qochma nasoslar.

Markazdan qochma nasoslarda suyuqlikka energiyani nasos korpusida aylanuvchi ish g'ildiragi kuragi yordamida beriladi. Bunda parraklar orasida suyuqlik zarrachasi markazdan qochma kuch ta'sirida nasos kamerasiga intiladi. Bunday harakat natijasida ish g'ildiragi markazida bosim kamayib, ta'minlovchi idishdagi suyuqlik so'rish Quvursi orqali ko'tariladi va ish g'ildiragi kuraklari orasidan chiqib ketgan suyuqlik o'rniga yangi suyuqlik keladi. Nasos kamerasiga markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlikning kelishi natijasida bosim ortib, suyuqlik nasos kamerasidan haydash Quvursiga ko'tariladi. Markazdan qochma nasoslarning ishlashi shu printsipga asoslangan bo'ladi.

Markazdan qochma nasoslarning asosiy qismlari korpus, valga o'rnatilgan aylanuvchi ish g'ildiraklari bo'lib, valga bir yoki bir necha ish g'ildiragi o'rnatish mumkin. Birinchi holda nasos bir g'ildirakli yoki bir bosqichli deyiladi. Ikkinchi holda esa u ko'p bosqichli deyiladi. Bir bosqichli markazdan qochma nasoslar kichik bosimli nasoslar guruhiga ta'luqli bo'lib, bosimni oshirish uchun valga bir necha ish g'ildiragi o'rnatiladi. Bu holda bosim ish g'ildiraklari nechta bo'lsa, taxminan shuncha ortadi. Odatda, markazdan qochma nasoslarning bosqichlari soni 12 tadan oshmaydi.

Markazdan qochma nasoslarning boshqa turdagi nasoslardan asosiy ustunligi ularning ixchamligidir. Bu nasoslarda turli harakatning yo'qligi sababli ularning poydevori ham ixcham bo'ladi. Natijada nasos va unga tegishli asosning, xizmat va remont ishlarining qiymati kam bo'ladi.

Ikkinchidan nasosning tez-tez buzilib turishga sabab bo'ladigan klapanlar va boshqa turli detallar bo'lmaydi.

Uchinchidan, harakat bitta val orqali berilib, murakkab uzatuvchi mexanizmlarning hojati bo'lmaydi.

Markazdan qochma nasoslar bosim juda katta bo'lmasa ham, sarf katta bo'lishi zarur bo'lgan hollarda ishlatiladi.

11.6. Nasos va turbinalar uchun Eyler tenglamasi.

Nasosdagi kabi turbinalarda ham asosiy qism ish g'ildiragi bo'lib, u suyuqlik energiyasi yordamida harakatga keladi. Bunda turbinadan o'tayotgan suyuqlik uning kuraklariga ma'lum kuch ta'sirida bosim beradi va uning aylanma harakat qilishiga sabab bo'ladi. Bu harakat esa keyinchalik generator rotorini aylantiradi. Gidravlika bo'limidagi kabi nasos va turbinadagi harakatni ham bir o'lchovli harakatga keltirib, ish g'ildiragidagi suyuqlik massasining harakati elementar oqimcha harakatiga o'xshatib qaraladi.

Aytilgan usul bilan markazdan qochma nasos uchun tenglamani 1755 yil L. Eyler chiqargan bo'lib, u quyidagi ko'rinishga ega.

$$H = \frac{(u_2 c_2 \cos \alpha_2 - u_1 c_1 \cos \alpha_1)}{g} \quad (11.1)$$

Keyinchalik bu formula kurakli mashinalar nazariyasida asosiy tenglama deb atala boshlandi, so'ngra esa u turbinalar va boshqa turdagi mashinalarga ham qo'llanila boshlandi. Eyler tenglamasi ish g'ildiragining geometrik va kinematik xarakteristikalarini nasos hosil qilgan bosim bilan bog'laydi.

Bu yerda:

u_1, u_2 – suyuqlikni kirish va chiqishdagi absolyut tezliklari.

c_1, c_2 – suyuqlikni kirish va chiqishdagi tezliklari.

α_1, α_2 – kirish va chiqishdagi tezlik parallelogramining burchaklari.

Bu tenglama quyidagi ikkita masalani hal qilishga yordam beradi:

1. Berilgan sarf va hosil qilinishi kerak bo'lgan bosim bo'yicha ish g'ildiraklari soni va uning o'lchamlarini topish.
2. Berilgan ish g'ildiragi va valning aylanish soni bo'yicha sarf va hosil bo'ladigan bosimni hisoblash.

11.7 Nasosning nazariy bosimi.

Yuqorida keltirilgan Eyler tenglamasi barcha kurakli mashinalar uchun umumiy bo'lib, bir qancha soddalashtirishlar kiritilgandan keyin olingan. Haqiqatda esa, ish g'ildiragi kuraklari orasidagi harakat ancha murakkabdir. SHuning uchun (11.1.) tenglama yordamida hisoblangan bosim **nazariy bosim** deyiladi. Bu tenglamani nasosga qo'llaganda $\alpha_1=90^0$ deb qabul kerak. Chunki, odatda, suyuqlik so'rish Quvursi va so'rinish yo'li orqali o'tib, ish g'ildiragi kanaliga radial yo'nalishda kiradi. Bu kanalga zarbasiz kirishni ta'minlaydi. SHuning uchun Eyler tenglamasi nasoslarga quyidagi ko'rinishda qo'llaniladi.

$$H_H = \frac{u_2 c_2 \cos \alpha_2}{g} \quad (11.2)$$

Bu tenglama nasos ish g'ildiragi suyuqlikka bergan bosimning nazariy tenglamasi yoki markazdan qochma **nasoslarning asosiy tenglamasi** deb ataladi. Bu tenglamada u_2 aylana tezlik, $c_2 \cos \alpha_2$ esa absolyut tezlikning aylana tezlik yo'nalishiga proektsiyasi ekanligini nazarda tutish kerak.

Bundan ko'rinib turibdiki, nazariy bosimning eng katta qiymati kuraklar ish g'ildiraklari aylanishi tomoniga egilganda bo'lib, eng kichik qiymat teskariga egilganda bo'ladi. Nasos g'ildiragi kuragining chiqishdagi yo'nalishi (yoki chiqishdagi nisbiy tezlik yo'nalishi) aylana tezlik yo'nalishi bilan β_2 burchak tashkil qiladi. Lekin, β_2 ning qiymati ortgan sari gidravlik yo'qotishlar ortib, nasosning FIK i kamayib ketadi. SHuning uchun amalda nasoslarda nazariy bosim kam bo'lishiga qaramay, β_2 ni 90^0 dan kichik qilib olinadi. Amalda eng ko'p qo'llaniladigan burchaklar 16^0 dan 40^0 gacha qiymatlarda

olinadi. Albatta, β_2 ning kichrayishi ish g'ildiragining "reaktiv"ligini oshiradi. Bu esa turbinalar nazariyasida qo'l keladi va aylanish sonining ortishiga sabab bo'ladi.

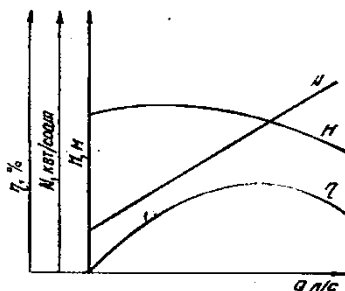
11.8 Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikalari.

Nasoslarni ishlatishda ulardan berilgan sharoitda eng yaxshi foydalanish maqsadga muvofikdir. Buning uchun turli sharoitda nasosning qanday ishlashi to'g'risida ma'lumot bo'lishi kerak. Bunday ma'lumot nasoslarning xarakteristikalarini ko'rinishida beriladi.

Bosim, quvvat va foydali ish koeffitsientining sarfga bog'liqlik grafiklari nasosning xarakteristikalari deb ataladi:

$$H = f_1(Q); N = f_2(Q); \eta = f_3(Q)$$

Odatda, xarakteristika nasosni sinash (tajriba) yordamida tuziladi. Buning uchun nasosning aylanish sonini o'zgartirmasdan, haydash Quvursiga o'rnatilgan berkitkichni so'rish yo'li bilan bosimni o'zgartirsak, uning ishlash tartibi ham o'zgaradi. Xarakteristikani tuzish uchun sinashni berkitkich to'liq yopilgan holatdan boshlab, ochib boramiz va bosim, quvvat va FIK ning sarf bo'yicha o'zgarishini 11.1–rasmda ko'rsatilgandek grafiklar tuzamiz. Grafiklardan ko'rinadiki, berkitkich yopiq holatida ($Q = 0$) nasos ma'lum bosim hosil qiladi va u berkitkichning ochilishi bilan kamayib boradi (boshlanishda bosim bir oz ortib,



11.1-rasm.

maksimumga yetishi va so'ngra kamayib ketishi mumkin). quvvat esa ortib boradi va chiziqli ortishga yaqin bo'ladi. Sarfning katta qiymatlarida bu ortish bir oz susayishi mumkin. FIK grafigi noldan boshlanadi va sarfning ma'lum bir miqdorlarida maksimumga ega bo'ladi.

Nasosning shu aylanish sonida eng yaxshi ishlashi FIK grafigining maksimum miqdoriga to'g'ri keladi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Gidromashinalarni qisqacha tarixi.
2. Uni mashinasozlikda va qishloq xo'jaligida tutgan o'rni.
3. Gidromashinalarni turlari.
4. Qanday gidromashinalar dinamik gidromashinalarga kiradi.
5. qanday mashinalar hajmiy gidromashinalar deyiladi.
6. Nasosning sarfi nima?
7. Nasosning bosimi deganda nimani tushunasiz?
8. Nasosning quvvati nimadan iborat va u qanaqa birliklarda o'lchanadi?

TAYANCH IBORALAR:

aylanma harakat, bir pog'onali, bug' mashinasi, bul dozerlar, vaqt, ventilyatorlar, generator rotori, gidravlik turbinalar, gidromashinalar, gidromuftalar, gidrotransformator, gidrouzatmalar, gidroelevatorlar, dengiz floti, dinamik nasoslar.

MARKAZDAN QOCHMA NASOSLARNING ISH XARAKTERISTIKASI VA

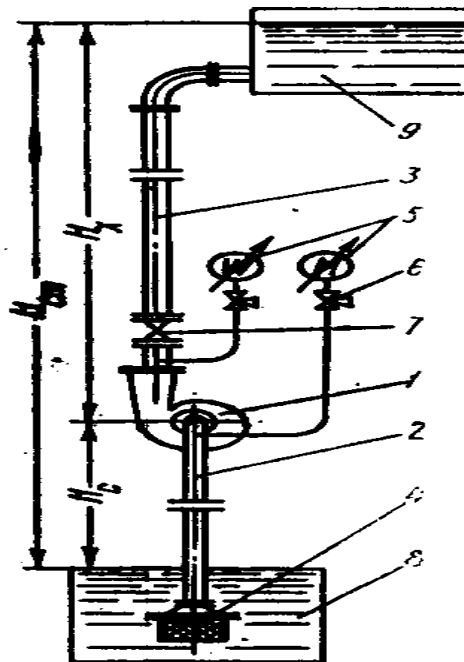
NASOS QURILMASI.

REJA:

12. 1. Nasos qurilmasi sxematik tuzilishi.
12. 2. Nasos bilan ta'minlangan Quvurlarning hisobi.
- 12.3. So'rishni boshqarish.
- 12.4. Nasoslarni ketma-ket ulash.
- 12.5. Nasoslarni parallel ulash.
- 12.6. Kurakli nasoslarda kavitatsiya.

12.1 Nasos qurilmasi sxematik tuzilishi.

Nasos qurilmasi nasosning o'zi 1 dan tashqari, ta'minlovchi suv saqlagich 8 dan, qabul qiluvchi sistema 9 gacha bir qancha qismlardan iborat bo'ladi (12.1-rasm). Nasos ishlaganda suyuqlik ta'minlovchi idishdan, tirgak klapan 4 va so'rish Quvursi 9 orqali o'tib, nasosning ish g'ildiraklari orasiga kiradi. Nasosga kirish oldida vakuumetr 6 o'rnatilgan bo'lib, u so'rish Quvursidagi siyraklanish darajasini kuzatishga yordam beradi. Nasosdan chiqishda sarfni o'zgartirish uchun xizmat qiluvchi berkitkich 7 va bosim o'lchagich manometr 5 o'rnatilgan bo'lib, suyuqlik bulardan o'tganidan so'ng haydash Quvursi 3 orqali o'tib, qabul qiluvchi idishga tushadi. Tirkak klapan nasosni ishga tushirish oldidan qo'yilgan suyuqlik ta'minlovchi idishga oqib ketmasligi uchun o'rnatilgan bo'lib, turli iflosliklarning kirishidan fil tr bilan himoyalangan. Ta'minlovchi idishdagi suyuqlik sathi bilan nasos o'rnatilgan sath orasida farq **so'rish balandligi** deyiladi va N_s bilan belgilanadi. Nasos o'rnatilgan sath bilan qabul qiluvchi idishdagi suyuqlik sathlari farqi **haydash balandligi** deyiladi va N_x bilan belgilanadi. So'rish balandligi bilan haydash balandligining yig'indisi **statik balandlik** deyiladi va N_{st} bilan belgilanadi. So'rilish sathi bilan qabul sathlariga Bernulli tenglamasini qo'llasak u holda statik sath N_{sm} geometrik



12.1-rasm.

baladlikka N_z ga teng ekanligini ko'ramiz. Nasos qurilmasida hosil qilingan bosim geometrik balandlik, so'rilish va qabul sathlaridagi bosimlar farqidan hosil bo'lgan bosim va dinamik bosimlar yig'indisidan iboratdir. Bu bosimni hisoblash formulasini biz oldingi mavzularimizda ko'rgan edik.

Nasos sistemasidagi qiyinchiliklardan biri nasosga kirish va chiqishdagi bosimlar farqi hisobiga nasosni o'qi bo'yicha siljitishga intiluvchi kuchning paydo bo'lishi va unga qarshi kurashdir. Bu kuch nasosga kirish va chiqishdagi bosimlar (r_1 va r_2), kirish va chiqishdagi diametrlar (d_1 va d_2) orqali quyidagicha hisoblanadi.

$$P_{yk} = (p_1 - p_2) \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2)$$

Bu yerda d_v -valning diametri.

Nasos agar ko'p bosqichli bo'lsa, tegishli bosqichlardagi kirish bosimlarini $r_{1-1}, r_{1-2}, \dots, r_{1-n}$ chiqish bosimlarini esa $p_{2-1}, p_{2-2}, \dots, p_{2-n}$ bilan belgilasak, o'qiy kuch quyidagicha

$$P_{yk} = \frac{\pi}{4} \sum (p_{2-n} - p_{1-n}) (d_1^2 - d_n^2)$$

aniqlanadi:

Bundan ko'rinadiki, o'qiy bosim, kirish va chiqishdagi bosimlar farqi va kirish kesimining ortishi bilan ortadi. SHu bilan birga suyuqlik sarfi ham ortadi. Bu esa nasos o'rnatilgan zaminga ta'sir qilish bilan birga ish g'ildiragini o'z holatidan siljitishga harakat qiladi. Bu kuch uch xil usul bilan muvozanatlanadi:

1) Kuch kamaytirgich barabandan foydalanish (kuch kamaytirgich) baraban uzaytirilgan tsilindr shaklidagi zichlagich bo'lib, oxirgi bosqichdagi ish g'ildiragi bilan kuch kamaytirgich kamera orasida joylashadi va val bilan birga aylanadi)

2). Muvozanatlanuvchi disk bo'lib, u o'qiy bosimning o'zgarishini avtomatik ravishda sezadi va butun rotorning siljishi va zichlagich holatining o'zgarishiga ta'sir qiladi;

3). Nasosning ikki tomoniga so'rish yo'lini joylashtirish.

Bundan tashqari, rotor valini mustahkam asosga o'rnatilgan sharikli tirak podshipnikalarga o'rnatish yo'li bilan ham o'qiy bosim ta'sirida siljishini yo'qotish mumkin.

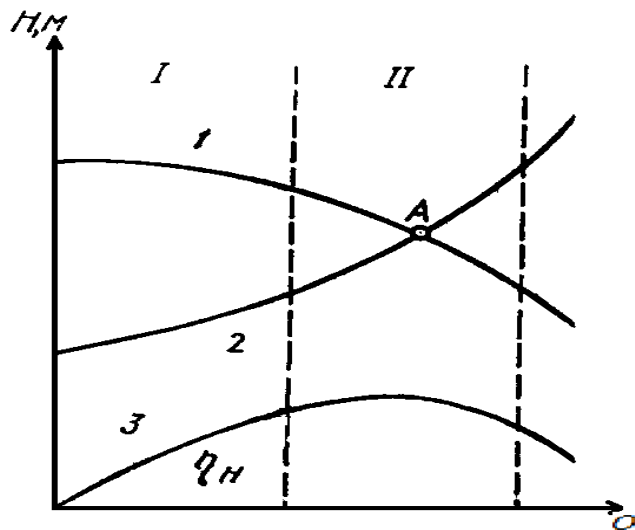
Nasos to'xtaganda haydash Quvursidagi suyuqlik teskariga harakat qilmasligi uchun monometr dan keyin tirgak klapan ham o'rnatiladi.

12.2. Nasos bilan ta'minlangan Quvurlarning hisobi.

Biz gidravlika bo'limida ko'rganimizdek, Quvurlarni hisoblashda uning xarakteristikasini tuzishi yoki qarshilikni yengish uchun sarf bo'ladigan energiyani hisoblash zarur bo'ladi. Sarflanadigan energiya Quvurning uzunligi va diametri, qarshilik koeffitsienti mahalliy qarshiliklar va boshqalarga bog'liq. Bu sarfni yengish uchun qancha bosim kerakligini hisoblash yo'li bilan suv to'ldirilgan idishni qancha balandlikka ko'tarish zarurligini yoki berilgan bosim yordamida qancha sarf olish mumkinligini hisoblash yo'llari bilan tanishgan edik. Quvurlardagi energiya sarfini yengish va tegishli sarf olish uchun nasoslardan ham foydalanish mumkin. Bunda albatta nasosning bosimi kerakli bosimdan kichik bo'lmasligi kerak, shuning uchun truboprovodka tegishli sarfni olish uchun yetarli bosimni hosil qilib bera oladigan nasosni tanlash nasosli Quvurlar

hisobining asosini tashkil qiladi. Buni amalga oshirish uchun bir grafikning o'ziga nasosning va Quvurning bosim xarakteristikalarini chizamiz (12.2-rasm). Rasmda 1-chiziqli nasos xarakteristikasi bo'lsa, 2-chiziqli truboprovod xarakteristikasi va 3-chiziqli nasos FIK grafigidir. Ko'rinib turibdiki, xarakteristikalar joylashgan sohani uch qismga ajratish mumkin. Birinchi qismda nasosning bosimi Quvurning shu sarfga tegishli bosimidan ortiq bo'lib, bu qismda nasosning foydali

ish koeffitsienti kam bo'ladi. Ikkinchi qismda nasos bosimi bilan, Quvurda tegishli sarf olish uchun zarur bo'lgan bosimlar deyarli teng bo'lib, bu qism xarakteristikalar kesishgan A nuqtani o'z ichiga oladi.



12.2-rasm.

SHunday qilib, sohaning bu qismida nasos eng yaxshi ishlaydi va uning foydali ish koeffitsienti yuqori bo'ladi, ya'ni uning bosimi Quvurda suyuqlikning kerakli sarfini hosil qilish uchun butunlay sarf bo'ladi.

A nuqta esa nasos Quvur bilan eng yaxshi ishlaydi. Uchinchi qismda nasosning bosimi Quvurda tegishli sarf olish uchun zarur bo'lgan bosimdan kichik bo'ladi, ya'ni nasos kerakli sarfni ta'minlay olmaydi. Bu rasmdan ko'rinadiki, berilgan Quvurda tegishli sarfni olish uchun shunday nasos tanlab olish kerakki, ularning xarakteristikalari shu sarf qiymati atrofida kesishsin. Albatta, zahira kuch nuqtaiy nazaridan qaraganda xarakteristikalari kesishish nuqtasi A tegishli sarfdan bir oz chaproqda joylashish kerak.

12.3. So'rishni boshqarish.

Nasoslar, odatda truboprovod sistemasida hosil qilinishi zarur bo'lgan eng ko'p so'rishga qarab tanlab olinadi. Lekin, nasoslarni ishlatish vaqtida, ko'pincha, haydash Quvurlariga kamroq sarf yuborish zarurati tug'ilib qoladi, ya'ni so'rishni ancha keng chegara oralig'ida o'zgartirib turish kerak bo'ladi. Yuqorida aytganimizdek, amaliy so'rish nasos va Quvur xarakteristikalarining kesishgan nuqtasida tanlab olinadi. Bundan ko'rinadiki, sarfni o'zgartirish uchun yo nasosning xarakteristikasini, yoki Quvurning xarakteristikasini o'zgartirish kerak ekan. Amalda sarfni boshqarishning bir qancha usullari mavjud.

Boshqarishning drossellash usuli kurakli nasoslar uchun eng ko'p tarqalgan usuldir. Uning mohiyati berkitkichning ochilish darajasini kamaytirish yo'li bilan qo'shimcha qarshilik hosil qilish hisobiga haydash Quvursidagi barqarorlashgan xarakteristikani o'zgartirishdan iborat.

Nasosning aylanish sonini o'zgartirish usuli. Agar biror moslangan aylanish soni n_0 da nasosning bosimi H_0 , so'rish $Q_{\max}$ bo'lsa, aylanish sonini kamaytirish yo'li bilan sarfni qaytirib borish mumkin.

Bir qism sarfni qaytarish usuli. Haydash Quvursi bilan so'rish Quvursini tutashtiruvchi qo'shimcha Quvurdagi berkitkichni ochish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu eshikchaning ochilish darajasi ortishi bilan haydash Quvursiga ketayotgan sarf Q kamayadi. Boshqarishning bu usulini, energiyani tejash nuqtai nazaridan, so'rishning ortishi bilan quvvati kamayuvchi tezyurar nasoslarga qo'llash maqsadga muvofikdir. SHuni nazarda tutish kerakki, qo'shimcha Quvurdagi berkitkichni ochish bilan nasosdagi sarf ortib, uning ishlash holati, kavitatsiya ko'rsatkichlari ortishi hisobiga yomonlashadi. Bu usul kamdan-kam qo'llaniladi.

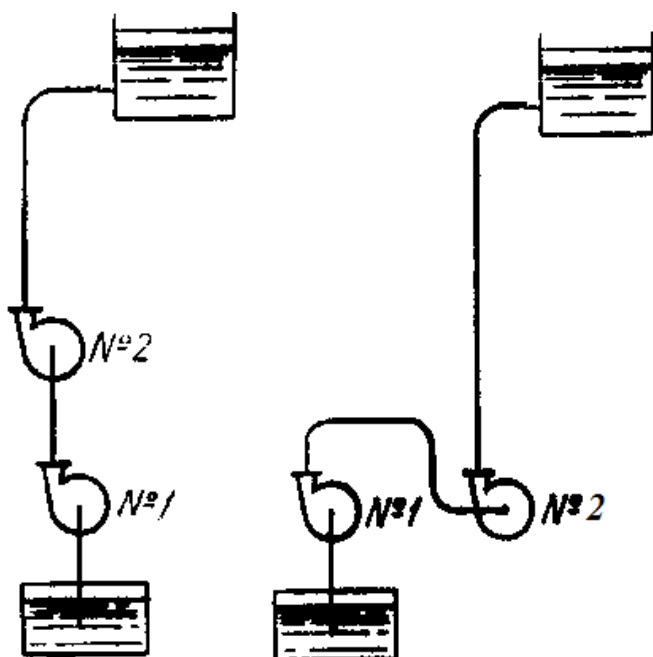
Ish g'ildiragi kuraklarinig joylashish burchagini o'zgartirish usulini ish vaqtida kuraklar qiyalik burchagini o'zgartirish mexanizmi bilan ta'minlangan o'qiy va diagonal nasoslardagina amalga oshirish mumkin. Bu usul bilan so'rishni uzluksiz o'zgartirib borish mumkin, lekin o'zgarish chegarasi juda kichik.

Ishlayotgan nasoslar sonini o'zgartirish usuli. Nasoslarni parallel ulanganda ishlayotgan nasoslar sonini o'zgartirish bilan amalga oshiriladi. (bunda to'xtatilgan nasosning haydash Quvursidagi klapan yopilgan bo'lishi kerak). Bunday boshqarish usuli qulay, lekin sarf notekis (keskin ortib yo kamayib) o'zgaradi. Bu usulni drossellash bilan birga qo'llansa, yaxshi energetik ko'rsatkichga erishish mumkin.

12.4. Nasoslarni ketma-ket ulash.

Nasoslarni ketma-ket ulash turlicha amalga oshirilishi mumkin (12.3-rasm). Bunda birinchi nasosning chiqish naychasini ikkinchi nasosning kirish naychasiga ulanadi va birinchi nasos bilan ikkinchi nasos orasida ma'lum uzunlikdagi Quvur bo'lishi shart. Ko'pincha ikkita ketma-ket ulangan nasoslar bir xil bo'lishiga harakat qilinadi.

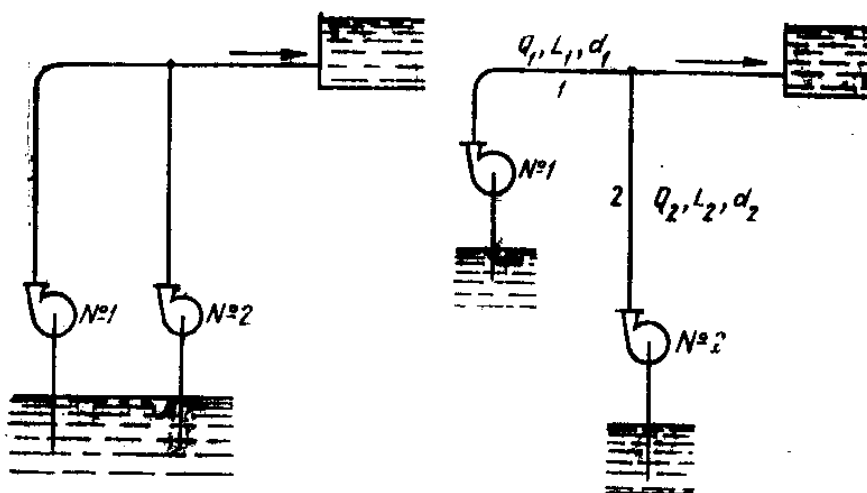
Agar ikki nasos ketma-ket ulanganda ular juda yaqin joylashib qolsa, ta'minlovchi idishga ulangan nasos, ikkinchi nasosning so'rish ta'sirida bo'lgani uchun, juda kichik bosim hosil qiladi. Natijada ketma-ket ulash yaxshi samara bermaydi.



12.3-rasm.

12.5. Nasoslarni parallel ulash.

Bu usul bir necha nasos yordamida baravar suv tortib, bitta Quvurga quyishdan iborat (12.4-rasm). Bu holda har bir nasosning ishlashi qarshi bosimning kattaligiga bog'liq. Agar ikki nasos parallel ishlasa-yu, ulardan birining sarfi ham, bosimi ham katta bo'lsa, bu holda ikkinchi nasosning bosimi qaytarilib (boshqacha aytganda, ikkinchi nasos bo'g'ilib), umumiy Quvurga beradigan sarfi nolga teng bo'ladi. Ba'zi holda bosimi past nasosda suyuqlik teskari tomonga (nasos ishlab turishiga qaramay) harakat qilib, so'rish Quvursidan qaytib tushishi mumkin. Bosimi past nasosning bunday ishlashi teskari oqishda ishlash deyiladi. SHuning uchun parallel ulashda ularning umumiy harkateristikasini bilishdan tashqari, har bir nasosning xarakteristikasini bilish va uni qaerga joylashtirishni aniqlash zarur bo'ladi. SHunday nasoslarni parallel ulashning turli usullari bilan ishlatish mumkin.



12.4-rasm.

1. Ikki, uch va bir qancha nasoslar birga ishlashi mumkin.
2. Birga ishlayotgan nasoslarning xarakteristikalari bir xil yoki har xil bo'lishi mumkin.
3. Nasoslar magistralga bir-biriga yaqin masofada tutashtirilgan (nasoslar orasidagi Quvurlarning qarshiligi juda kichik) yoki uzoq masofada tutashtirilgan bo'lishi mumkin.
4. Nasoslarning so'rish sharoiti bir xil yoki o'zgarib turuvchi (ta'minlovchi idishda suyuqlik bosim ostida bo'lib, bu bosim o'zgaruvchan) bo'lishi mumkin.

12.6. Kurakli nasoslarda kavitatsiya.

CHegaraviy so'rilish balandligi. Yuqorida biz kerakli nasoslarda energiyaning sarf bo'lishi haqida to'xtalganimizda nasos ish g'ildiraklarining kanallarida kavitatsiya vujudga kelish haqida gapirgan edik. Bundan kanalnig botiq tamonidan bosim ortib, qavariq tamonida kamayish hisobiga uyurmali harakat vujudga keladi. SHunday qilib, ish g'ildiragining ba zi qismlarida, asosan kirish qismida, absolyut bosim suyuqlikning

to'yingan bug'lari bosimidan kamayib ketishi mumkin. Natijada suyuqlik oqimida pufakchalar paydo bo'lib, ular ish g'ildiragidan chiqishga yaqinlashgan sari, bosim ortgani sababli, yana erib ketadi. Natijada pufakchalar egallagan bo'shliq birdan yopilishidan kichik gidravlik zarba hosil bo'ladi. Bitta pufakchani yopilishdan hosil bo'lgan zarba kichik bo'lsa ham, bunday pufakchalar soni juda ko'p bo'lgani uchun ish g'ildiragi va nasos korpusiga katta zarar keltiradi. Kavitatsiyaning asosiy zararlaridan biri-uning kuchayib ketishi natijasida nasosning moslashgan ishlash tartibi buzilishidir. Bunda so'rilish tomonidagi vakuumni, bosimni, sarf bo'layotgan quvvatni ko'rsatuvchi asboblarning sterelkasi ko'rsatishini «yo'qotib», betartib harakat qila boshlaydi va nasos suyuqligini deyarli tortmay qo'yadi. Tashqaridan kavitatsiya hodisasi o'ziga xos shovqin paydo bo'lishi, nasosning va unga tutashgan Quvurlarining tebranishi bilan xarakterlanadi. Ikkinchi xil zarar-kavitatsiya kuchaygan joylarda metalning yemirilishidir. Ko'p bosqichli nasoslarda kavitatsiya hodisasi asosan birinchi bosqichda bo'ladi. Tekshirishlar kavitatsiya hodisasiga asosiy sabab mexanik effektlar ekanligini Gallerining tekshirishlari zarba chastotasi 2500 Gts ga, zarba kuchi 300 atm ($29,4 \times 10^6 \frac{H}{M^2}$) ga teng ekanligini ko'rsatadi (Galler qo'llagan datchikning qabul qiluvchi qismining yuzasi 1,5 mm ga teng bo'lgan).

Yuqorida aytilganlar ko'rsatadiki, kavitatsiya hodisasining paydo bo'lishiga nasosning kirish qismida va ish g'ildiragiga kirishda bosimning kamayib ketishi sababdir.

Kirish qismida bosimning kamayishi ikki sababga ko'ra bo'lishi mumkin:

Aylanish sonining ortishi; so'rilish balandligining ortishi.

Birinchi holda aylanish sonining ortishi markazdan qochma kuchning ortishiga sabab bo'lgani uchun ish g'ildiragi o'qida (demak, ish g'ildiragi kanaliga kirishda) bosimning kamayib ketishiga olib keladi.

Ikkinchi holda so'rilish balandligining ortishi nasosga kirishda bosimning kamayishi orqali ta'sir qilib, so'rilish balandligi ma'lum chegaradan o'tganda so'rilishning to'xtashiga olib keladi. Ana shu chegara qiymat **chegaraviy so'rilish balandligi** deyiladi.

NAZORAT SAVOLLARI:

- 1) Kurakli nasoslarni tuzilishini tushuntiring.
- 2) Nasos bilan ta'minlangan Quvurlarni hisoblash keltiring.
- 3) So'rishni boshqarishning drossellash usulini tushuntiring.
- 4) So'rishni boshqarishning nasos aylanishlar sonini o'zgartirish usuli.
- 5) Sarf qaytarish usuli.

TAYANCH IBORALAR:

absolyut bosim, aylanish soni, bir qism sarfni qaytarish usuli, aylanish sonining ortishi; baraban, berkitkich, berkitkichning ochilish darajasi, Bernulli tenglamasi, boshqarishning drossellash usuli, vakuummetr, geometrik balandlik, dinamik bosimlar, ish g'ildiraklari, qabul qiluvchi idish, kavitatsiya, qarshilik koeffitsienti.

HAJMIY GIDRAVLIK MASHINALAR TO'G'RIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR.

REJA:

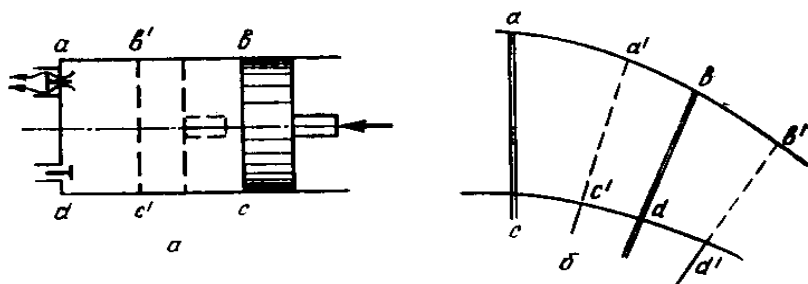
13.1. Hajmiy nasoslar va ularning ishlash printsiplari.

- 13.2. Hajmiy nasoslarning umumiy xossalari va ularning klassifikatsiyasi.
- 13.3. Gidrouzatmalarning vazifalari, guruhlanishi, qo'llanish sohasi, afzalligi, kamchiligi
- 13.4. Hajmiy gidrouzatmalarning ishlash printsipti.
- 13.5. CHiqish tezligini drosellash va hajmiy boshqarish.
- 13.6. Hajmiy gidrouzatmalarning tavsiflari va FIK.

13.1. Hajmiy nasoslar va ularning ishlash printsipti.

Hajmiy nasoslar suyuqlikning ma'lum bir hajmini ajratib olib, unga kuch ta'sir qilish yo'li bilan harakatga keltiradi. Ajratib olingan hajm u juda kichik bo'lishiga qaramay, bu jarayon vaqt birligida juda ko'p marta takrorlangani uchun, bunday nasoslar bizni kerakli miqdordagi suyuqlik bilan ta'minlay oladi.

Energiya nuqtai nazaridan qaraganda, hajmiy nasoslar ajratib olingan hajmdagi suyuqlikning potentsial energiyasini oshirib boradi. Bu potentsial energiyadan ikki xil usulda foydalanish mumkin: suyuqlikni yuqorida ko'tarish yoki Quvurda oqizish; foydali ish bajarish yoki ikkinchi bir mexanizmni harakatga keltirish. Birinchi holda suyuqlikka energiya berayotgan mexanizm nasos sifatida ishlatilsa, ikkinchi holda gidrouzatma sifatida ishlatiladi. Suyuqlikka potentsial energiya berish, uni nasosning harakatlanuvchi qismlarining ta'sirida siqish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu jarayon ajratib olingan va biror bo'limni to'latgan suyuqlikka katta bosim berish yo'li bilan yoki ajratib olingan suyuqlikni katta kuch yordamida o'zgarib boruvchi sohaning ichida kattaroq hajmli qismdan kichikroq hajmli qismga siljitish yo'li bilan amalga oshiriladi. Birinchi usulga suyuqlikni porshenli va plunjerli nasoslarda siqish misol bo'ladi. Bunda ish bo'lmasiga so'rish klapani yordamida surib olingan suyuqlik hajmiga siqish vaqtida plunjer yoki porshenning bosimi natijasida potentsial energiya oshib borib, bosim ma'lum chegaraga yetgandan keyin haydash klapani ochiladi va unda suyuqlik katta tezlik bilan otilib chiqadi. Bu jarayondagi suyuqlik hajmining kamayishi (13.1-rasm, a) $abcd$ vaziyatdan $ab'c'd$ vaziyatga o'tishi va haydash klapanidan suyuqlikning chiqa boshlashi ko'rinishida tasvirlangan. Amalda, suyuqliklar kam siqiluvchan bo'lganligi uchun suyuqlikning siqilishi shaklda ko'rsatilganidek katta bo'lmaydi. Ikkinchi usulda suyuqlik aylanma harakat qilayotgan ikki plastinka (plastinkali nasoslar) yoki boshqa turdagi ikki to'siq (shesternyali, vintli, nasoslar) orasidagi harakat qiladi. Bunda hajmning kamayishi, 13.1-rasm, b da $abcd$ vaziyatdan $a'b'c'd'$ vaziyatga o'tishi bilan tasvirlangan. ko'rilayotgan usulda suyuqlik energiyasining ortishi hajm o'zgarmasdan, suyuqlikni chegaralovchi to'siqlarning juda katta tezlik bilan harakatlanishi bilan ham amalga oshirilishi mumkin (shesternyali, vintli nasoslar).



13.1-rasm. Hajmiy nasoslarni ishlash printsipti.

13. 2. Hajmiy nasoslarning umumiy xossalari va ularning klassifikatsiyasi.

Hajmiy nasoslarning sarflari katta bo'lmaydi, lekin ular yordamida yuqori bosim olish mumkin. SHuning uchun ularni kamroq suyuqlik tortiladigan, biroq yuqori bosim kerak bo'ladigan sharoitlarda juda ko'p qo'llaniladi. Hajmiy nasoslar suyuqliklarga siquvchi kuchning qaysi usulda berilishiga qarab ikki katta turga bo'linadi. Birinchisi, ish bo'lmasa harakatlanmaydigan va boshqaruvchi zvenosining harakati ilgarilama-qaytma harakatga aylantiriladigan mashinalardir. Bularga porshenli va plunjerli nasoslar kiradi va suyuqlikka kuch porshen yoki plunjerning harakat yo'nalishida beriladi. Ikkinchi tur nasoslarda siquvchi bo'lma rotor bilan birga aylanadi va kuch suyuqlikni chegaralovchi to'siqlar harakati yo'nalishida beriladi. Bunday nasoslar **rotorli nasoslar** deb ataladi.

13.3. Gidrouzatmalarning vazifalari, guruhlanishi, qo'llanish sohasi, afzalligi va kamchiliklari.

Hajmiy gidrouzatmalar hajmiy gidromashinalar yordami bilan mexanik energiyani uzatish va o'zgartirish uchun mo'ljallangandir. Hajmiy nasos gidrodvigateldan tuzilgan qurilma hajmiy gidrouzatmaning printsiptial asosi hisoblanadi. Agar nasos gidrodvigatel ko'rilishi jihatdan bo'linmaydigan birikma tashkil qilsa, unda bunday sodda gidrouzatma **hajmiy gidrouzatma** deyiladi. Agar kuch gidrosistemi alohida nasoslar, gidrodvigatellardan tashkil topgan bo'lib, gidroapparat elementlari, yordamchi qurilmalarga ega bo'lsa, bunday gidrosistemani ham hajmiy gidrouzatma deb atash qabul qilingan. SHunday qilib, hajmiy gidrouzatmalarga oddiy gidravlik sistemalar kiradi. Ular mexanik energiyani uzatish va o'zgartirish uchun xizmat qiladilar.

Mashinalar va ishlab chiqarish jarayonlarida avtomatik boshqarish qo'llanilishi bilan gidravlik uzatmalarning qiymati oshib bormokda, chunki bu xildagi uzatma bilan boshqarish oson va uncha ishonchli gidroapparatura qurilmalari yordamida suyuqlik oqimiga oddiygina ta'sir etib avtomatlashtirish mumkin.

Hozirgi metalga ishlov berish stanoklarining deyarli hammasi: eng oddiy buylama randalash stanoklaridan boshlab, murakkab nusxa ko'chirish stanoklarigacha hajmiy gidrouzatma bilan ta'minlangan. SHuningdek, paxta zavodlardagi gidroresslar ham gidrouzatmalar yordamida harakatga keladi. Dvigatelning chiqish zvenosiga qarab gidrouzatmalarni ilgarilab boradigan va aylanma harakat qiladigan gidrouzatmalarga ajratiladi. SHuning uchun gidrouzatmaning nomi gidrodvigatelning turiga qarab aniqlanadi. Gidrodvigatel ishini xarakterlaydigan kattaliklarning o'zgarishi suyuqlik sarfini va dvigatel bilan nasosni ulaydigan magistraldagi bosim kattaligini o'zgarish yo'li bilan boshqariladi.

Gidrouzatmalar boshqarilmaydigan, qo'l bilan boshqariladigan va avtomatik boshqariladigan, ergashuvchi gidrouzatmalarga ajraladi. Mavjud mexanik, elektrik, pnevmatik, kombinatsiyalangan va boshqalarga nisbatan gidrouzatmalarning quyidagi ustunliklarini ko'rsatish mumkin:

1. Kichik gabaritlarda ham katta zo'riqish baquvvat uzatishi mumkin.
2. Kuch olganlarining silliq harakat qilishi ta'minlangan, tezlik va yuklanish avtomatik boshqariladi.
3. Ilgarilama-qaytma va aylanma harakatlarni tez o'zgartirishiga imkon beradi.
4. O'zgarayotgan kuchlarni bosim orqali nazorat qilish manometrlar yordamida oson amalga oshiriladi.

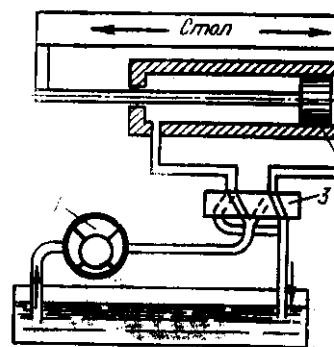
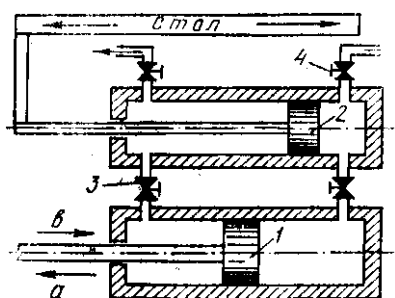
Yuqoridagi ustunliklar bilan bir qatorda kamchiliklari ham bor:

1. Gidravlik sarf yoki tezlik katta bo'lganda FIK past bo'ladi.
2. Havo tiqilib qolganda gidravlik zarbalar natijasida silkinish ro'y beradi.
3. Suyuqlikning ortib ketishi va siqilishi aniq koordinatsiyalashni qiyinlashtiradi.

3.4 Hajmiy gidrouzatmaning ishlash printsiipi.

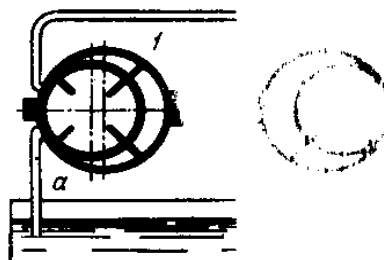
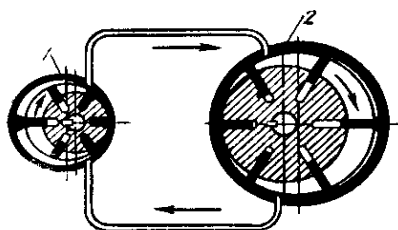
13.2-rasmda nasos porshen 1 ning ilgari lama-qaytma harakatini kuch tsilindridagi porshen 2 ning ilgari lama-qaytma harakatiga aylantiruvchi qurilmaning printsiipial sxemasi ko'rsatilgan. Porshen 1 strelka bilan ko'rsatilgan yo'nalishda harakat qilganda suyuqlik kanal 3 bo'ylab keladi va porshen 2 ni bosib, stolni chapga strelka b bilan ko'rsatilgan yo'nalishga siljitadi. Porshen 2 ning boshqa tomonidagi tsidindrda bo'lgan suyuqlik kanal 4 dan chiqib ketadi. Porshen 1 strelka a yo'nalishi bo'ylab harakat qilganda porshen 2 va u bilan bog'liq bo'lgan stol teskari yo'nalishda harakat qiladi.

13.3-rasmda nasos rotori 1 ning aylanma harakati kuch tsilindrda 4 dagi porshen 2 ning to'g'ri chiziqli harakatiga o'tkazilishi misol tariqasida keltirilgan. Taqsimlash qurilmasi 3 suyuqlikning porshen 6 o'ng va chap tomonidan navbat bilan berilishini boshqaradi va mos ravishda porshenning ishlayotgan tomonidagi suyuqlikning idishga qaytadan chiqib ketishini ta'minlaydi.



13.2-rasm. 13.3-rasm

13.4-rasmda esa nasos rotori 1 ning aylanma harakatini gidrodvigatel rotori 2 ning aylanma harakatiga o'zgarish sxemasi berilgan. Bu sxemada gidrosistema ochiq bo'ladi: suyuqlik idishdan a Quvur bo'ylab so'rib olinadi va o'sha rezervuarga Quvur b bo'ylab chiqariladi. SHuningdek, hajmiy gidrouzatma sxemasi 13.5-rasmda ko'rsatilgan, unda nasos rotori 1 ning aylanma harakati gidrodvigatel rotori 2 ning aylanma harakatiga o'zgartiriladi, unda gidrosistema yopiq bo'ladi.



13.4-rasm. 13.5-rasm.

Ilgari lama-qaytma qiladigan gidrouzatmalarda suyuqlikning potentsial energiyasini mexanik energiyaga aylantirishda porshenli gidrotsilindr sistemaning asosiy elementi hisoblanadi. Bir tomonlama harakat qiladigan kuch tsilindrlari faqat bir tomondan suyuqlik bosimi ta'sirida bo'ladi, teskari harakat esa purjina ta'sirida amalga oshadi. Bunday tsilindrlarni bir **tomonlama harakatanuvchi** deb atash qabul qilingan.

Bular bilan bir qatorda ikki tomonlama va burilma harakatlanuvchi gidrotsilindrlar ham qo'llaniladi. Burilma gidrotsilindrlar **kvadrantlar** deyiladi. Turli xil gidrotsilindrlar va rotorni gidrodvigatellar (gidromotorlar) ning sxemalari, qurilmalari va ishlash printsiplari «gidravlik dvigatellar» bobida ko'riladi.

13.5. Chiqish tezligini drosselli va hajmiy boshqarish.

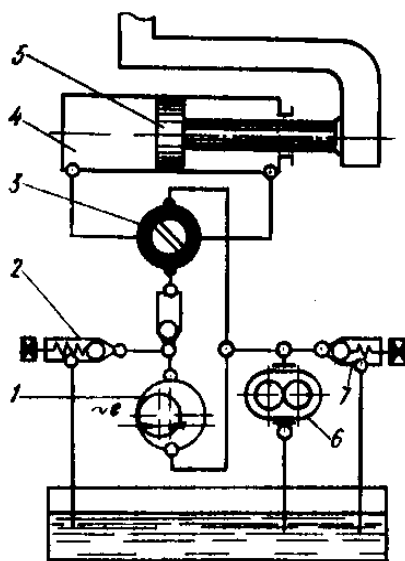
Drosselda boshqarishda nasos iste'mol qiladigan quvvat o'zgarmas qoladi, gidrotsilindr porshenini tezligi esa drossel qarshiligining kattaligiga bog'liq. ravishda o'zgaradi. Moyning bir qismida bosim ortib ketadi va hech bir foydali ish bajarmay, saqlagich klapan orqali bakka qo'yiladi.

Binobarin, drosselli boshqarish sarf kattaligining, ya'ni gidrouzatma FIK ning o'zgarishiga asoslangan. SHu sababli drosselli boshqarish quvvat kichik bo'lganda qo'llaniladi.

Hajmiy boshqarishli gidrouzatmadan drosselli boshqarishning farqi shuki, nasosda suyuqlik sarfi doimo tsilindrda suyuqlik sarfidan katta bo'ladi. qoldiq moy gidrotsilindrdan maxsus bakka chiqazib yuboriladi.

TSilindrga keladigan yoki tsilindrdan chiqib ketadigan moy miqdori gidrotsilindrdan chiqishda, unga kirishda yoki parallel ulangan drossel bilan boshqariladi.

Hajmiy boshqarishli ilgarilanma harakat qiladigan uzatmaning sxemasi 13.6-rasmda ko'rsatilgan. Boshqariladigan nasos 1 yordamida moy gidrotsilindr 4 bo'shlig'iga uzatiladi va porshen 5 ni siljitadi. Moy tsilindrning shtok bo'shlig'idan taqsimlagich 3 va tirkak klapan 7 orqali bakka siqib chiqadi. Porshen tezligini bosqichsiz tartibga solish nasos uzatishining o'zgarib turishi hisobiga amalga oshadi. Porshenning harakat tezligi kichik bo'lganda, ya'ni nasos kichik uzatishga mo'ljallab boshqariladigan bo'lsa, moyning oqib ketish miqdorini gidrotsilindrdan chiqadigan suyuqlik sarfi bilan tenglashtirish mumkin. Bu esa yuklanish o'zgarganda tezlikning o'zgarishiga olib keladi va porshenning harakat tezligi kichik bo'lganda hajmiy boshqarish imkoniyatlarini chegaralab qo'yadi. Hajmiy boshqarishli gidrouzatmaning ustunligi o'zgaruvchan uzatishni nasosning energiyasini yo'qotmasdan, ish organidagi tezlikning uzluksiz o'zgarib turishiga imkon berishidadir.



13.6-rasm.

Boshqarish usulini tanlash ko'pgina ko'rsatgichlar bilan aniqlanadi. Bularga quvvat, bosim, foydali yuklanishning xarakteri va boshqalar kiradi. Hajmiy boshqarish va yuklanish o'zgarmas bo'lganda shtokdagi nasos quvvati va porshen tezligi nasosning so'rishiga proporsionaldir. Boshqarishning bu usuli ishga tushiruvchi yuklanish bo'lganda va shtokdagi katta zo'riqish talab qilganda qo'llaniladi.

13.6. Hajmiy gidrouzatmalarning tavsiflari va FIK.

Hajmiy gidrouzatma ajoyib bir xossaga ega: yetaklovchi valdagi momentni o'zgarmas saqlagan holda yuklanishni o'sishi bilan ish asboblardagi zo'riqish yoki momentni kattalashtira oladi. Bu xossa metallarni ishlash, yer qazish ishlari va boshqa hollarda mashinalardagi yuklanish katta oraliqda o'zgarib turishi mumkin bo'lgan va operator o'z vaqtida uning o'zgarishini hisobga olib motorni yoki ish asboblarni yukning ortib ketishi yoki buzilishidan saqlashi zarur bo'lgan hollarda juda qimmatlidir.

Ish organidan olinadigan quvvat N_{io} suyuqlik bilan keltiriladigan N_c quvvatdan kichik. Bularning nisbati

$$\eta = \frac{N_{uo}}{N}$$

esa gidrouzatmaning umumiy FIK ni beradi va u quyidagicha hisoblanadi:

$$\eta = \eta_t \eta_{ts} \eta_{tr}$$

bunda η_t - taqsimlagichning FIK; η_{ts} - tsilindrning FIK; η_{tr} – tsilindrning umumiy FIK.

NAZORAT SAVOLLARI:

- 1). Hajmiy nasoslar va ularning ishlash printsipini tushuntiring.
- 2). Hajmiy nasoslarning umumiy xossalarini tushuntiring.
- 3) Hajmiy nasoslarning klassifikatsiyasini tushuntiring.
- 4) Gidrouzatmalarning vazifalari, guruhlanishi, qo'llanish sohasi, afzalligi, kamchiligi.
- 5) Hajmiy gidrouzatmalarning ishlash printsipi.
- 6) CHiqish tezligini drossellash va hajmiy boshqarish.
- 7) Hajmiy gidrouzatmalarning xarakteristikalar va FIK.

TAYANCH IBORALAR:

Avtomatik boshqariladigan, aylanma harakat qiladigan, aylanma harakat, bo'ylama randalash, vintli nasos, gidroapparat elementlari, gidrovdigatel, gidroresslar, gidrouzatma, drosselli boshqarish, drossel, yer qazish ishlari, zo'riqish, ilgarilab boradigan, ish asboblari, ish bo'lmasa harakatlanmaydigan.

PORSHENLI VA PLUNJERLI NASOSLAR

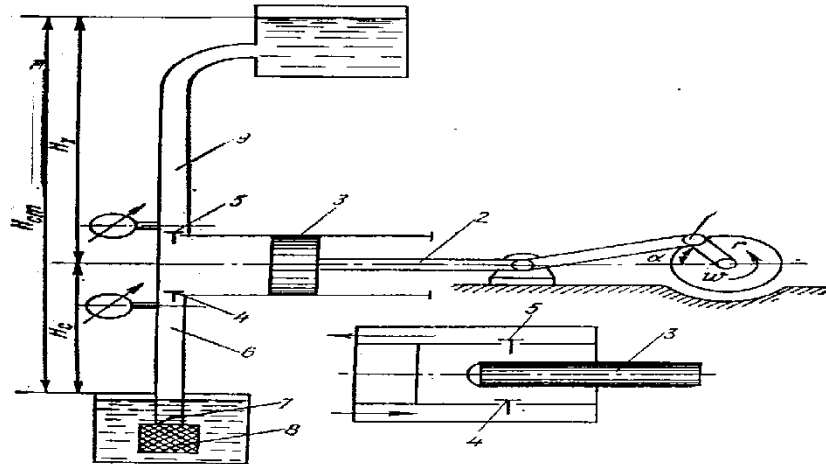
REJA:

- 14.1. Porshenli va plunjerli nasoslarning tuzilishi hamda ishlatilish sohalari
- 14.2. Indikator diagramma
- 14.3. Porshenli nasoslarni foydali ish koeffitsientlari
- 14.4. So'rish grafigi va uni tekislash usullari
- 14.5. Porshenli kompressorlar

14.1. Porshenli va plunjerli nasoslarning tuzilishi

hamda ishlatilish sohalari

Porshenli nasos qurilmasining eng sodda sxemasi 14.1 – rasmda keltirilgan. Bu nasoslarda suyuqlikning soʻrilishi va haydalishi porshen yoki plunjerning (14.1-rasm) tsilindrdagi ilgarilanma–qaytma harakatiga asoslangan. Bunda porshen 3 yoki plunjer 3 tarkibida shtok 2 boʻlgan krivoship shatunli mexanizm 1 yordamida harakat qiladi. Porshen (plunjer) tsilindr ichida qaytma (orqaga) harakat qilganida uning oldidagi ish boʻlmasining hajmi ortib, siyraklanish hosil boʻladi. Bu siyraklanish maʼlum bir chegaraga yetganida ish boʻlmasidagi bosim bilan tirtak klapan 7 ostidagi xropovikda



boʻlgan bosim orasidagi farq soʻrish klapani 4 ni ochadi va suyuqlik soʻrish Quvursi 6 orqali ish boʻlmasiga kiradi. Soʻrish jarayoni porshen (plunjer) oʻzining eng chekka soʻrish chegarasiga yetguncha

14.1-rasm.

davom etadi. Bunda soʻrish Quvursidagi siyraklanish soʻrish klapani oldiga joylashtirilgan vakuumetr yordamida oʻlchanadi. Taʼminlovchi idishdagi suyuqlik sathidan nasos tsilindrining eng yuqori sathigacha boʻlgan balandlik **soʻrish balandligi** (N_s) deyiladi. Soʻrish balandligi chegaraviy soʻrish balandligi (N_s^{kr})dan katta boʻlmasligi kerak. Porshen (plunjer) ilgarilanma (oldinga) harakat qilganida esa ish boʻlmasidagi bosim ortib, soʻrish

klapani yopiladi. Boʻlmadagi bosim ortishida davom etib haydashga yetarli bosim R_x ga yetganda haydash klapani ochilib, suyuqlik haydash Quvursi 9 ga uta boshlaydi. Suyuqlikni haydash porshen eng chekka chegarasiga yetguncha davom etadi.

Nasosni ishga tushirganimizda u avval soʻrish Quvursidagi havoni tortadi va suyuqlik soʻrish Quvursiga koʻtariladi Nasos bir oz vaqt ishlagandan soʻng soʻrish Quvursi va tsilindrdagi havo xaydab chiqarilib, suyuqlik tsilindrni toʻldiradi. SHundan soʻng nasos moslangan tartibda ishlay boshlaydi. Natijada taʼminlovchi idishdagi suyuqlik qabul qiluvchi idishga oʻta boshlaydi

TSilindrdagi yuqori sath bilan suyuqlik koʻtarilgan eng yuqori sathning farqi **haydash balandligi** (N_x) deyiladi.

Soʻrish balandligi bilan haydash balandligining yigʻindisi $N_{st}=N_s + N_x$ nasosning tortish balandligi yoki toʻliq statik bosimdan iboratdir.

Porshenli nasoslar yuqori bosim kerak boʻlgandagina ishlatiladi. Amalda, koʻp hollarda, porshenli nasoslar markazdan qochma nasoslarni siqib chiqaradi. Hajmiy gidrouzatmalar tarkibida ishlayotgan nasoslar asosan porshenli nasoslar turiga kiradi. Bu aytilganlardan tashqari porshenli nasoslarning yana bir ustunligi foydali ish

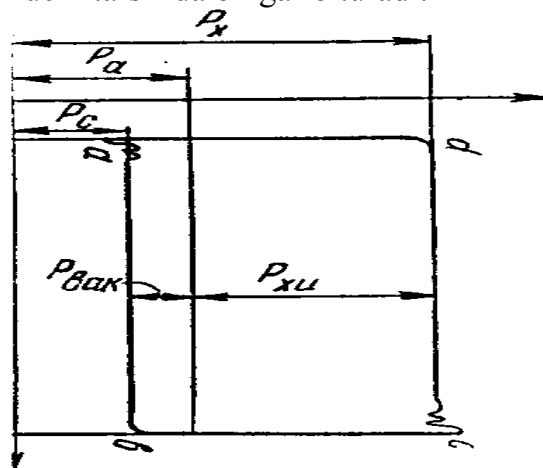
koeffitsientining yuqoriligidir.

Porshenli nasoslarning markazdan qochma nasoslardan yana bir farqi shundaki, uning so'rishini haydash Quvursida o'rnatilgan berkitkich yordamida o'zgartirib bo'lmaydi. Lekin haydash Quvursining kesimi kichrayib borishi bilan tezlik ortib boradi va berkitkich oldida bosim ortib boradi. Agar berkitkich butunlay berkitib qo'yilsa, bosim juda kattalashib ketishi natijasida yo nasos buziladi, yoki Quvur yoriladi, yo bo'lmasa zo'riqishning ortib ketishi, natijasida dvigatel to'xtab qoladi. SHuning uchun porshenli nasoslardan yuqori bosimda o'zgarmas so'rish zarur bo'lgan hollarda foydalaniladi.

Porshenli nasoslarning markazdan qochma nasoslar bilan taqqoslagandagi asosiy kamchiligi ularning kattaligi, qimmatga tushishi, ishlatishning murakkabligidir. Bu nasoslarga markazdan qochma nasoslarga qaraganda ko'proq qarab turish va diqqat talab qilinadi. CHunki porshenli nasoslarning klapanlari tez-tez ifloslanib turadi. Ifloslanish nasosning boshqa qismlarida ham bo'ladi.

14.2. Indikator diagramma

Porshenli nasosning tsilindrdagi absolyut bosimning porshenning yurishiga yoki ish bo'lmasi hajmining o'zgarishiga bog'liqligini ko'rsatuvchi yopiq chiziqdan iborat grafik indikator diagramma deyiladi. U ishlab turgan nasos tsilindriga o'rnatilgan va indikator deb ataluvchi maxsus asbob yordamida chizib olinadi. 14.2 – rasmda oddiy bir harakatli porshenning taxminiy indikator diagrammasi keltirilgan. Diagrammada ab chizig'i so'rish holatiga mos keladi. Bu holatda tsilindrdagi bosim so'rish bosimi p_s ga teng va atmosfera bosimidan kichik bo'ladi. So'rish va atmosfera bosimlarining farqi $p_a - p_s$ ta'sirida so'rish klapani ochiq holatda tutib turiladi. Porshenning eng chekka so'rish holatiga b nuqta to'g'ri keladi. Bu holatdan boshlab, porshen oldinga qarab yura boshlaydi. Bunda bosim orta boshlaydi, so'rish klapani yopiladi. Porshenning oldinga yurishi davomida (bc chiziq) bosim ortib borib, haydash bosimi p_x ga tenglashadi. SHu vaqtdan boshlab haydash klapani ochiladi va u butun haydash jarayoni davomida (cd chizig'i) ochiq turadi. Bu vaqtda suyuqlik p_x bosim ostida haydash Quvursiga kiradi. Porshenning eng chekka haydash holati d nuqtaga to'g'ri kelib, bunda haydash jarayoni tugaydi. Porshen orqaga harakat qila boshlashi bilan tsilindrdagi bosim kamayib, haydash klapani yopiladi. Bosim pasayib borib (dc chizig'i) p_s ga yetgandan so'ng yana so'rish klapani ochilib, so'rish jarayoni boshlanadi. Klapanlar ochilishining boshida (a va c nuqtalar) so'rish inertsias kuchi ta'sirida o'zgarib turadi.



14.2-rasm

Indikator diagrammasidagi yopiq $abcd$ chiziq bilan chegaralangan yuza

porshenning bir marta borib kelishida bajargan ishi A_i ni ifodalaydi:

$$A \sim (p_x - p_s) L = p_x L.$$

Porshenning suyuqlikka bergan quvvati **indikator quvvat** deyiladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$N_u = \frac{p_{xu} S L n}{60}, \frac{\kappa \varepsilon}{c} \quad (14.1)$$

Bu yerda, S -porshenning yuzi; L -porshenning yo'li; p_{xu} -indikator bosimi; n -aylanishlar soni.

Indikator quvvat foydali quvvat bilan quyidagicha bog'langan:

$$N_u = \frac{N \phi}{n_u}$$

Bu yerda n_u -indikator FIK

SHunday qilib, indikator diagramma nasosning quvvatini aniqlashga yordam beradi.

14.3. Porshenli nasoslarning foydali ish koeffitsienti

Porshenli nasoslarda ham markazdan qochma nasoslardagi kabi, energiyaning yo'qolishi mavjud bo'lib, u mexanik va gidrodinamik qarshiliklarni yengishga sarf bo'ladi. Bulardan biri hajmiy yo'qotish bo'lib, unga nazariy sarf bilan haqiqiy sarfning teng emasligi sababdir. Oddiy bir harakatli porshenli nasosning nazariy sarfi

$$Q_n = \frac{p_{xu} S L n}{60}$$

Formula bilan hisoblanadi.

Haqiqatda esa, porshenning bir marta borib kelishida tasvirlangan hajmi SL ga teng hajmli suyuqlikning hammasi haydash Quvursiga tushmaydi. Bir qism suyuqlik porshen bilan tsilindr devori orasidagi tirqish orqali va sal nikdagi tig'izlagichning kamchiligi sababli tashqariga sizib chiqadi. Haydash davri tugab, so'rish boshlanganda haydash klapanining va so'rish davri tugab, haydash davri boshlanganda so'rish klapanining bir onda yopilmasligi natijasida (yopilish davri qisqa bo'lsa) ham juda oz miqdordagi suyuqlik orqaga qaytishga ulguradi. Natijada xaqiqiy sarf nazariy sarfdan kam bo'ladi. Haqiqiy sarfning nazariy sarfga nisbati hajmiy foydali ish koeffitsienti deyiladi va xaqiqiy sarf Q_x ning nazariy sarf Q_n ga nisbati bilan aniqlanadi:

$$n_Q = \frac{Q_x}{Q_H}$$

Nasosning tuzilishi va uning eskirganlik darajasiga qarab $n_Q = 0,85 \div 0,99$ chegarada o'zgaradi. Nasosning suyuqlikni ko'tarish uchun sarflayotgan energiyasi uning haydash Quvursida hosil qilgan bosimi N_x bilan belgilanadi. Bu bosim so'rish bosimi $H_c = \frac{p_c}{\gamma}$,

haydash bosimi $H_x = \frac{p_x}{\gamma}$ nasosdagi va haydash Quvursidagi gidravlik qarshiliklarni yengishga sarf bo'lgan bosimlar yig'indisi $N_n = H_m$ orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$H = \frac{p_c}{\gamma} - \frac{p_x}{\gamma} + H_H + H_m \quad (14.4)$$

N_n va N_m lar ishqalanish va mahaliy qarshiliklarni hisoblash formulalari yordamida aniqlanadi.

Nasosning foydali bosimi N ga esa Quvurlardagi gidravlik qarshilik kirmaydi:

$$N_f = N_x - N_s + N_n \quad (14.5)$$

Vakuummetr va manometr ko'rsatuvidan aniqlangan indikator bosim

$$H = \frac{p_x}{\gamma} - \frac{p_c}{\gamma} \quad (14.6)$$

ga teng. Manometrik bosim $N_x = N_m$ degan tushunchani kiritamiz. U holda nasos va nasos qurilmasidagi yo'qotishlarni gidravlik FIK

$$\eta_z = \frac{H_m}{H_u} \quad (14.7)$$

va qurilmaning

$$\eta_k = \frac{H_\phi}{H}$$

orqali ifodalanadi.

Nasosning suyuqlik ko'tarish uchun sarflangan foydali quvvati

$$N_f = \gamma Q_f N_m$$

ni topsak, u holda indikator FIK ni quyidagicha ifodalash mumkin :

$$\eta_u = \frac{N_\phi}{N_u}$$

Yuqorida keltirilgan (14.2), (14.7) tengliklardan va oxirgi formuladan ushbu munosabat kelib chiqadi:

$$\eta_u = \frac{N_\phi}{N_u} = \frac{\gamma Q_\phi H_m}{\gamma Q_H H_u} = \eta_Q \eta_n \quad (14.8)$$

Indikator quvvatining porshenga berilgan quvvat N_p ga nisbati mexanik FIK dan iborat.

$$\eta_m = \frac{N_H}{N_p} \quad (14.9)$$

Bundan foydalanib nasosning to'liq FIK ni topish mumkin:

$$\eta_u = \frac{N_\phi}{N_p} = \frac{N_\phi N_u}{N_u N_o} = \eta_u \eta_m$$

Bundan ko'rinadiki, nasosning to'liq FIK i hajmiy, gidravlik va mexanik FIK larning ko'paytmasiga teng ekan:

$$\eta = \eta_Q \eta_n \eta_m. \quad (14.10)$$

Demak, nasos olgan to'liq quvvat quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$N = \frac{Q_H H_m \gamma}{102 \eta} \text{ kVt},$$

$$N = \frac{Q_H H_m \gamma}{75 \eta} \text{ o.k.} \quad (14.11)$$

$$N = \frac{Q_H H_m \gamma}{1000 \eta} \text{ kVt}$$

Oxirgi formulada hisob SI sistemasida bajarilishi kerak. Nasos ishlab turganida dvigatelning sarflangan quvvati nasos foydalangan quvvat quvvat bilan kuyidagicha

bog'langan bo'ladi:

$$N_{de} = \frac{aN}{\eta_{uu}}$$

Bu yerda η_{ish} boshqaruvchi zvenodagi ishqalanish kuchlarini belgilovchi FIK, $a = 1.1 \div 1.2$ —quvvatning zahira koefitsienti; dvigatel ko'proq zo'riqib ishlagan holni hisobga oladi.

Nasosning FIK larini: $\eta_n = 0.9 \div 0.98$; $\eta_m = 0.95 \div 0.98$; $\eta = 0.65 \div 0.9$ chegarada olinadi. Bu qiymatlar nasosning turiga va uning eskirganlik darajasiga bog'liq bo'lgani uchun aniq ko'rsatilmaydi.

14.4. So'rish grafigi va uni tekislash usullari.

Porshenning tsilindrdagi harakati uning yo'li L bo'yicha bir xil emas. Krivoship – shatunli mexanizmning aylanishiga bog'liq bo'lgani uchun porshenning yo'l tenglamasi

$$x = r(1 - \cos \omega t)$$

ko'rinishida ifodalanadi. Porshenning bu tenglamadan aniqlangan tezligi ushbu ko'rinishga ega:

$$g = \frac{dx}{dt} = r\omega \sin \omega t$$

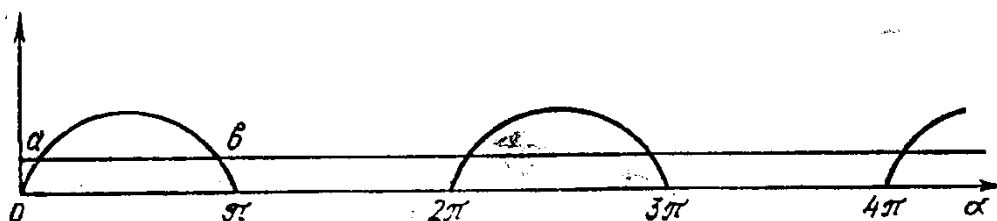
SHunday qilib, porshening tezligi krivaship–shatunli mexanizmning radiusi r , burchak tezligi ω ga bog'liq bo'lib, shatunning krivaship mahkamlangan nuqtasidagi aylana tezlikning shtok yo'nalishidagi proektsiyasiga teng. Agar bu aylana tezlikni $u=r\omega$ deb, aylana burchagini $\alpha=\omega t$ deb belgilasak oxirgi tezlikni ushbu ko'rinishda yozamiz(14.3 rasm).

$$g = u \sin \alpha.$$

SHunga asosan, vaqt birligida porshen tsilindrdan haydab chiqayotgan suyuqlik miqdori **nasosning so'rishi** deb ataladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$V = gS = u S [\sin \alpha], (14.12)$$

Bu formula asosida tuzilgan grafik porshenning so'rish grafigi deb ataladi



14.3-rasm. Porshenli nasosda so'rishning notekisligini ko'rsatuvchi sxema.

Porshenli nasoslarda so'rishning notekisligini maksimal tezlikning o'rtacha tezlikka nisbati bilan ifodalanadi. Bunda o'rtacha tezlik deb quyidagi miqdor nazarda tutiladi:

$$g_{yp} = \frac{\int_0^{2\pi} u |\sin \alpha| d\alpha}{2\pi}$$

Boshqacha aytganda, o'rtacha tezlik porshenning to'liq borib kelishiga to'g'ri kelgan oraliqda so'rish grafigi bilan abstsissa o'qi orasidagi yuzaning shu yuzaga teng va uzunligi 2π bo'lgan to'g'ri to'rtburchak balandligiga teng.

Oddiy bir harakatli nasoslar uchun notekislik

$$\frac{g_{\max}}{g_{ypm}} = 3,14$$

ga teng, ikki harakatli nasoslar uchun esa

$$\frac{g_{\max}}{g_{ypm}} = 1,57$$

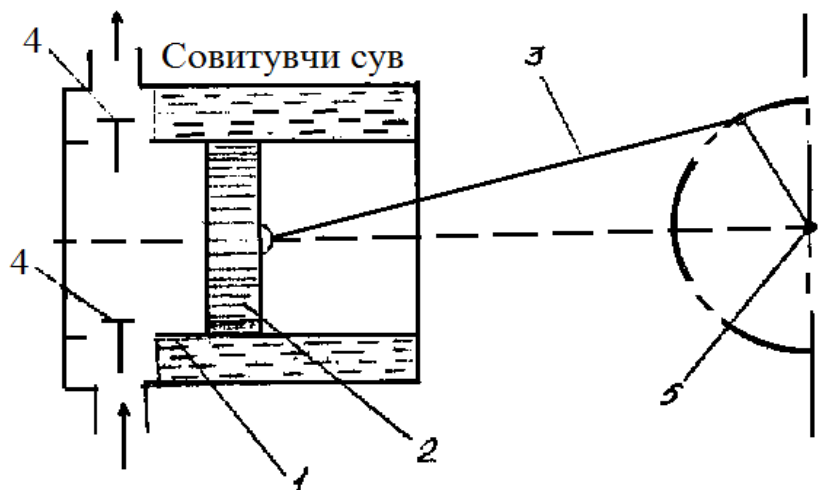
So'rish grafigining tekislashning ikkinchi usuli havo qalpoqchalaridan foydalanishdir. Haydash Quvursining boshlanishiga (nasosdan chiqishda) o'rnatilgan havo qalpog'i so'rishning notekisligini kamaytirish bilan birga gidravlik zarbani ham susaytiradi.

Nasosga kirishdagi suyuqlikning inertsia kuchlarini kamaytirish uchun so'rish Quvursiga ham havo qalpog'i o'rnatiladi. qalpoqning hajmi kichik bo'lsa, uning so'rishni tekislashi yaxshi bo'lmaydi, katta bo'lsa, nasos qurilmasi kattalashib ketadi. Buni hajmlarni hisoblashlar bilan tanlab olish mumkin.

14.5. Porshenli kompressorlar

Porshenli kompressorlar siqish darajasiga qarab bir va ko'p bosqichli, shuningdek ishlatish printsipiga ko'ra bir va ikki tomonlama harakat qiluvchi bo'ladi.

Bir bosqichli porshenli kompressorning tuzilishi xuddi porshenli nasosning tuzilishiga o'xshash (14.4-rasm). Porshen tsilindrda o'ngga va chapga krivoship mexanizmi yordamida qaytar-ilgarilanma harakat qiladi. Porshen tsilindrning ichki devoriga zich qilib o'rnatiladi va tsilindr bo'shlig'ini ikki qismga bo'lib turadi.

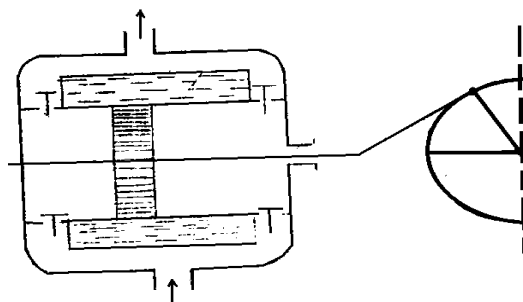


14.4-rasm.

Porshen chapdan o'ngga tomon ilgarilanma harakat qilganida so'rish klapani ochilib tsilindr gazga to'ladi, orqaga qaytganida esa tsilindrdagi gazning siqilishi natijasida bosim orta borib, uzatilish chizig'idagi bosimga teng bo'lganda, uzatuvchi klapan ochilib gaz uzatila boshlaydi. Gaz siqilganda uning temperaturasi ko'tariladi, qizigan gaz yog'lab turuvchi moyni kuydirib yubormasligi uchun tsilindrning devori uzluksiz suv bilan sovitib turiladi.

Bir bosqichli kompressorning unumdorligi kam bo'lganligi uchun ikki tomonlama harakatlanuvchi porshenli kompressorlar ko'p ishlatiladi. Bu kompressorlarda tsilindrdagi gaz porshening ikkala qismida (chap va o'ng) siqiladi; ularda ikkita so'rish va ikkita uzatish klapani bor (14.5-rasm). Porshen krivoship-shatunli mexanizm yordamida ilgarilanma harakat qiladi. Val bir marta aylanganida tsilindrga gaz ikki marta suriladi va ikki marta uzatiladi. Kompressorning unumdorligi bir tomonlama ishlaydigan kompressorlarnikiga qaraganda deyarli ikki marta ko'p.

Bir bosqichli kompressorlarning unumdorligini oshirish hamda gazlarning siqilish darajasi 0,4...0,6 MPa bo'lishi uchun ko'p tsilindrli bir va ikki tomonlama siqadigan kompressorlar ishlatiladi. Bu kompressorda gaz birinchi tsilindrdan keyingi tsilindrga o'tgani sari bosimi ko'tarilib boradi. Kompressorlarning porsheni umumiy bir ish valiga o'rnatilgan. Gazning siqilishi natijasida uning temperaturasi bir tsilindrdan ikkinchi tsilindrga o'tganida



14.5-rasm. Ikki tomonlama harakatlanuvchi bir tsilindrli kompressor.

ortib boradi. SHu sababli ikkita tsilindr orasiga sovitkichlar o'rnatiladi. Bu kompressorlarda porshenlar parallel ishlaydi va tsilindr ketma-ket yoki parallel bitta o'qqa o'rnatiladi.

Gaz T_1 temperatura bilan r_1 bosimda so'rish Quvursi orqali birinchi tsilindrga kirib, porshen yordamida r_2 bosimgacha siqiladi, o'rtadagi sovitkichda sovitilgan gaz ikkinchi tsilindrga kirib, porshen yordamida r_2 yoki kerakli bosimgacha siqiladi va uzatish klapani orqali uzatiladi.

Porshenli kompressorlarning ishlashini tekshirib turish hamda porshen bir marta aylanganda gazlarning so'rilish va uzatilish vaqtidagi bosim bilan hajmining o'zaro bog'lanishi indikator diagrammasida kayd qilinadi. Ideal kompressorning ishlashini xuddi porshenli nasosni ishlash indikator diagrammasi (14.2-rasm) dagidek ifodalash mumkin.

Gazlar bir bosqichli ideal kompressorda siqilganida protsess ning nazariy xarakteristikasi-bosim bilan hajmning bog'lanishi indikator digrammasi $abcd$ yuza bilan tasvirlanadi; ab -so'rish jarayoni; bc -siqish jarayoni; cd -haydash jarayoni.

Nazariy jarayonda kompressorlarning porsheni chap chekka holatida tsilindr qopqog'iga taqalib kelib, qoldiq hajm hosil qilmaydi. qoldiq hajm bo'lmagani uchun gaz uzatilgandan so'ng, shu vaqtdayoq gaz so'riladi (b, d nuqtalar). Real kompressorlarda biror holatni egallagan porshen bilan tsilindr qopqog'i orasida doimo muayyan hajm

qoladi va u **qoldiq hajm** deyiladi. qoldiq hajm tsilindr hajmining 3-5% ini tashkil qiladi va u ortishi bilan kompressorning unumi pasayadi. Gaz uzatilgandan keyin u yana so'rilishi uchun va qoldiq hajmda qolgan gazning bosim so'rish vaqtidagi siqilmagan gazning teng bo'lishi uchun u kengayishi kerak. Diagrammada qoldiq hajmning miqdori V_k bilan ifodalangan.

Porshen tsilindrda chapdan o'ngga harakat qilganida qoldiq hajmdagi gaz kengayadi, uning hajmi kattalashib bosimi so'rish vaqtidagi bosimga nisbatan kamroq bo'lguncha pasayadi, bu protsess grafikda ad chiziq bilan tasvirlangan: a nuqtada bosimlar farqi borligi tufayli so'rish klapani ochilib gaz tsilindrga kira boshlaydi, porshen tsilindrning o'ng tomonining oxiriga borguncha ab chiziqda so'rish protsessi ketadi. Porshen tsilindrning o'ng tomonidan chapga harakat qilganda so'rish klapani yopilib gaz politropik protsessda siqiladi, bu protsess diagrammada bc chiziq orqali tasvirlangan. Bunda gazning bosimi uzatish Quvursdagi bosimga nisbatan yuqori bo'lganligi uchun uzatish klapani ochiladi (s nuqta). Uzatish protsessi cd chiziq bilan ifodalangan.

Xuddi shuningdek, diagrammada punktir chiziq bilan gazlarni siqishdagi nazariy izotermik protsess bc' chiziq va adiabatik protsess bc'' chiziq bilan tasvirlangan.

Gazlar siqilganda bajarilgan ishning qiymati shu diagrammada tasvirlangan protsesslarning yuzasi bilan o'lchanadi. Gazlar izotermik protsessda siqilganda eng kam, adiabatik protsessda siqilganda esa eng ko'p ish bajarilishi diagrammadan ko'rinib turibdi. Demak, bu diagramma orqali kompressorlarning ish unumdorligini ham aniqlash mumkin.

Porshenli kompressorlarning unumdorligi vaqt birligi ichida uzatilgan gaz hajmiga teng:

$$V_c = \lambda V_p$$

bu yerda V_p -so'rilayotgan gazning hajmi. Bu hajm kesmaga proporsional bo'lib, ish tsilindr hajmining ulushiga teng; λ -uzatish koeffitsienti, kompressorning ish unumdorligidagi barcha sarflarni hisobga oladi:

$$\lambda = \lambda_0 \lambda_r \lambda_t$$

λ_0 - qoldiq hajmdagi gazning kengayishi natijasida tsilindr foydali hajmning kamayishini hisobga oluvchi koeffitsient;

λ_r - uzatilayotgan gazning zich yopilmagan porshen klapanlari va sal niklari orqali sarflanishidagi unumdorlikning kamayishini hisobga oluvchi geometrik koeffitsient;

λ_t - termik koeffitsient, surilayotgan gazning tsilindrning issiq devorlariga tegishi natijasida va qoldiq hajmdagi issiq gaz bilan aralashib kengayishi hisobiga unumdorlikning kamayishini ko'rsatadi.

Porshenli kompressorlar orqali foydali ish koeffitsientiga ega bo'lib, ular yordamida gazlarni keng intervalda 100 MPa bosimgacha siqish mumkin.

Gazlarning bir me'yorda uzatilmasligi, unumdorligining pastligi va klapanlarning ko'pligi porshenli kompressorlarning kamchiligidir.

NAZORAT SAVOLLARI:

- 1) Porshenli nasoslarni tuzilishini tushuntiring.
- 2) Porshenli nasoslarni qo'llanish sohalari.
- 3) Plunjerli nasoslarning tuzilishini tushuntiring.
- 4) Plunjerli nasoslarni ishlatilish sohalari.

5) Indikator diagramma nimani ifodalaydi.

TAYANCH IBORALAR:

Absolyut bosim, aylanishlar soni, bir bosqichli porshenli kompressor, bir harakatli porshen, bosim, vaqt birligi, vakuummetr, gidrodinamik qarshilik, yopiq chiziq, yopilish davri, ikki tomonlama harakatlanuvchi bir tsilindrli kompressor, ikki harakatli nasos, ilgari lanma–qaytma harakat, indikator bosimi.

ROTORLI NASOSLAR

REJA:

- 15.1 Rotorli nasoslarning tavsifi, umumiy xossalari va qo'llanishi.
- 15.2 Shesterniyali nasoslar.
- 15.3 Plastinkali nasoslar.
- 15.4 Vintli nasoslar.
- 15.5 Rotor–porshenli nasoslar.
- 15.6 Aksial porshenli nasoslar.
- 15.7 Hajmiy nasoslarning xarakteristikalari.
- 15.8 Rotorli kompressorlar.

15.1 Rotorli nasoslarning tavsifi, umumiy xossalari va qo'llanishi.

Hajmiy rotorli nasoslar–shesterniyali, vintli, plastinkali (shiberli) va porshenli turlarga bo'linadi. Hajmiy rotorli nasoslar o'zgaruvchan sarfli (sarfi boshqariladigan) va o'zgarmas sarfli (sarfi boshqarilmaydigan) bo'lishi mumkin.

Bu turdagi nasoslarning sarfi ish bo'shlig'i kattaligiga va rotorning aylanishlar soniga bog'liq nasos elementlarining puxtaligi bosim yo'lidagi qarshilikka mos bo'lishi kerak. Agar bosim yo'lidagi berkitgich tasodifan yopiq bo'lib qolsa, bu holda yo nasos sinadi yoki nasos dvigateli ishdan chiqadi.

Rotorli nasoslar har xil bir jinsli suyuqliklarni uzatishda avtonom qurilma sifatida, shuningdek, gidroyuritmalar tarkibida suyuqlikni harakatlantiruvchi yoki suyuqlikka kerakli energiya (bosim) beruvchi nasos holida va harakatlanayotgan suyuqlik orqali o'zi harakat olib energiyasini boshqa mashinalarga (qurilmalarga) uzatuvchi gidrodvigatellar tarzida ham ishlatilishi mumkin. Rotorli nasoslarning hajmiy FIK i 0,7- 0,95 atrofida bo'lib, nasosning ishkalanuvchi qismlarining yeyilishiga mos ravishda o'zgaradi.

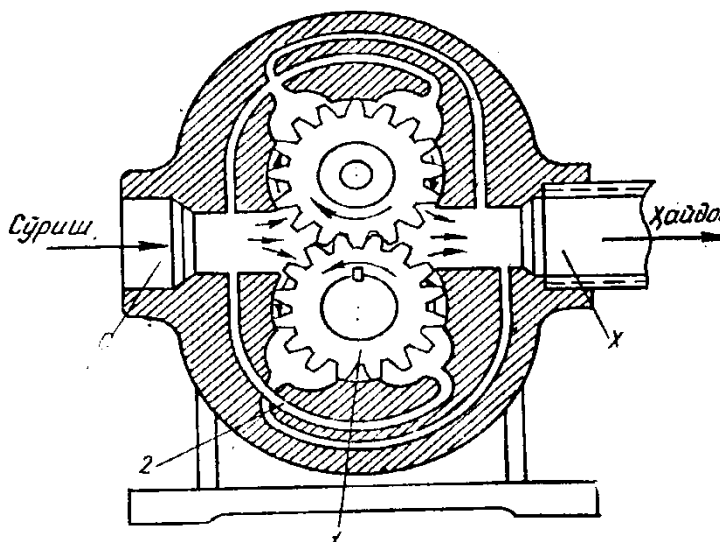
Tsilindrlari umumiy blokka birlashtirilgan ko'p tsilindrli nasoslar **rotor-porshenli nasoslar** deyiladi. Porshenni harakatga keltirish usuliga qarab aylanuvchi va qo'zg'almas blokli-rotor–porshenli mashinalar mavjud. Agar blokda tsilindrlar radial joylashgan bo'lsa, bu nasoslar **radial-porshenli** deyiladi. Gidromashina blokida tsilindrlar aksial joylashgan bo'lsa-**aksial porshenli nasoslar** deyiladi. Ko'pchilik rotorli porshenli mashinalarning xarakterli tomoni shundaki, ularda so'ruvchi va uzatuvchi klapanlar yo'q. Bu xususiyat nasoslardan aylanishlar sonining yuqori qiymatlarida foydalanish imkoniyatini beradi.

Rotor-porshenli mashinalarda krivoship-shatunli mexanizm yo'q. Bu nasoslar gidrouzatmalarda, metalga ishlov berish stanoklariga moy uzatishda, ichki yonuv dvigatellariga yokilg'i, surkov moy, stanok kesgichlariga sovituvchi suyuqlik uzatishda ishlatiladi.

15.2 SHesternyali nasoslar

SHesternyali nasoslarning tuzilishi juda sodda. Oddiy shesternyali nasoslarning asosiy ish detallari ikkita bir xil shesternya 1 dan iborat bo'lib (15.1 rasm), ular o'zaro ilashgan va korpus 2 ichiga joylashtirilgandir. Yetaklovchi shesternya harakatni dvigateldan oladi. Nasosda ikkita qopqoq bo'lib, ularda yetaklovchi va yetaklanuvchi valiklar podshipnik va sal niklar bilan ta'minlangan. Nasos korpusida ikkita teshik bo'lib, bittasi (S) so'rish teshigi shesternya tishchalari o'zaro ajralayotgan tomonda, ikkinchisi (X)—haydash teshigi teskari tomonda (tishchalar birikayotgan tomonda) bo'ladi.

Etaklovchi val o'zida o'rnatilgan shesternyasi bilan dvigatel yordamida harakatga keltiriladi, yetaklanuvchi val esa undan aylanma harakat oladi. SHesternyalar aylanayotganda tishlar so'rish bo'shlig'i (S) da bir-biridan uzoqlashadi. Natijada tishlar orasidagi chuqurchada suyuqlik katta tezlikda olib ketilishi sababli so'rish bo'shlig'ida siyraklanish ruy beradi va so'rish teshigiga suyuqlik keladi. Tishlar orasidagi chuqurchalardagi suyuqlik tishlar o'zaro birikkan paytda haydash bo'shlig'ida bosim ortib, suyuqlik tarmoqqa uzatiladi. SHesternyali nasoslar ishlayotganda tishlar orasidagi chuqurchalarda katta bosim vujudga kelib, u valik va nasos tayanchiga beriladi. Bu kuchlarni kamaytirish uchun tishlar orasidagi teshikchalarda suyuqlikning qolib ketmasligiga erishish kerak. SHu maqsadda yuqori bosimli nasoslardagi chuqurchalarda radial kanallar (ariqchalar) yasaladi. Bu ariqchalardan qoldiq suyuqlik chiqarib yuboriladi, natijada nasos tayanchi va valiklardagi yuk kamayadi. SHesternyali tashqi va ichki ilashuvchi qilib yasaladi. Ichki ilashuvchi kompakt nasoslar qurilmalarda ishlatiladi.



15.1-rasm. Plastinkali (shiberli) nasoslar.

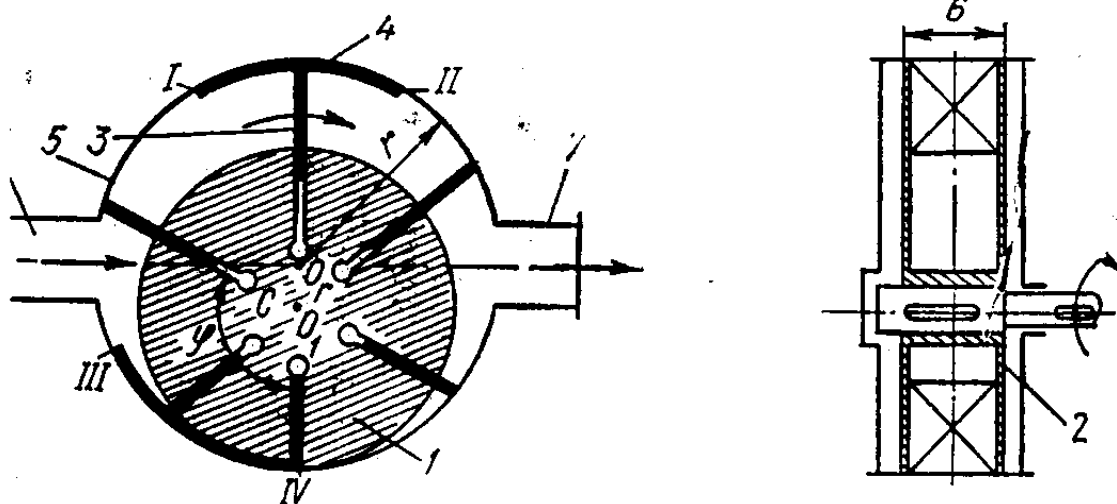
SHesternyali nasoslar hosil qilgan bosimiga qarab past ($10 \frac{\text{KZ}}{\text{CM}^2}$) gacha, o'rtacha ($30 \frac{\text{KZ}}{\text{CM}^2}$ gacha) va yuqori ($100 \frac{\text{KZ}}{\text{CM}^2}$) bosimli bo'ladi. Past bosimli nasoslar stanok va mashinalarning moylash-sovutish sistemalarida qo'llaniladi. O'rtacha bosimli nasoslar kuch organlariga harakatni tez uzatish kerak bo'ladigan stanoklarning gidrouzatmalarida

ishlatiladi. Yuqori bosimli nasoslar stanokning ichki organiga katta kuch uzatish lozim bo'lgan gidrouzatmalarda qo'llaniladi.

Keyingi paytlarda hajmiy nasoslarning FIK ni oshirish maqsadida gidravlik kompensatorli shesternyali nasoslar chiqarila boshlandi.

15.3 Plastinkali nasoslar.

15.2-rasmda oddiy rotorli-plastinkali nasosning tuzilishi ko'rsatilgan. Rotor 1 nasos korpusida bir-biriga mahkam siqilgan disklar 2 orasida joylashtirilgan. Nasosning tsilindrik korpusi ichida aylanuvchi baraban bo'lib uning o'qi korpus o'qiga nisbatan L masofaga yoki ekstsentritetga siljigandir. Rotor radiusiga tomon ozgina qiyalashgan yoki radial joylashtirilgan uyachalarda plastinkalar (shiberlar) 3 o'rnatilgan. Statorga taqalgan va rotor bilan birga aylanadigan plastinkalar statorning ichki tsilindrik yuzasi bo'ylab sirpanadi hamda rotorga nisbatan ilgarilanma-qaytma harakatda bo'ladi. Rotor ekstsentrik joylashgani sababli rotor bilan stator orasidagi bo'shliqning hajmi kattalashadi. Natijada bosim kamayib, moy bo'shliqni to'latadi. Moy stator chetida joylashgan va nasosning so'rish Quvursi 6 bilan ulangan tuynuk 5 orqali kiradi va rotorning aylanish yo'nalishi bo'ylab plastinkalar yordamida siljiriladi. Plastinkalar rotor bilan stator oralig'idagi eng uzoq masofali nuqtadan o'tgach plastinkalar orasidagi bo'shliq hajmi kichraya boradi va moy qarshidagi tuynukdan 7 orqali haydash Quvursiga siqib chiqariladi. Plastinkali nasoslar o'zgarmas sarfli va boshqariluvchi sarfli qilib yasaladi. Plastinkali nasosdan benzonasos sifatida, metal kesuvchi stanoklarda, aviatsiyada ham foydalaniladi.



15.2-rasm. Plastinkali nasoslar.

15.3. Vintli nasoslar

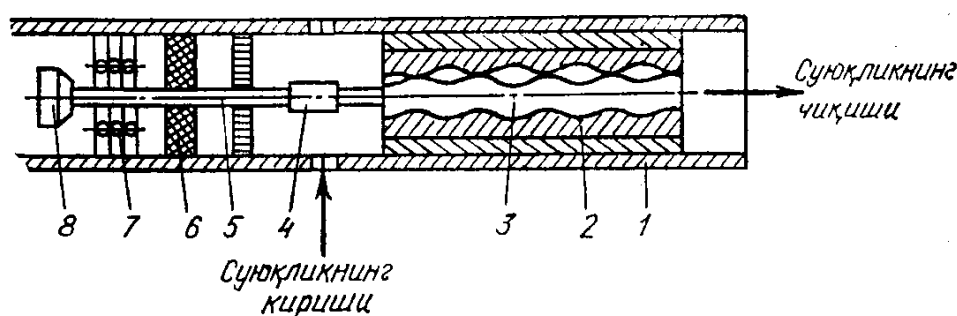
Vintli nasoslar suyuqlikni bir tekis tortish bilan farq qiladi. Ular yuqori FIKiga ega, ixcham, ishlatish qulay, yuqori bosimda va katta aylanishlar sonida shovqinsiz ishlay oladi. Bunday nasoslar bir, ikki, uch va hokazo vintli bo'ladi.

Bir vintli nasoslar hajmiy nasoslarning hamma afzalliklari (yuqori bosimda uzatilayotgan suyuqlikning juda kam aralashishi va katta so'rish balandligi) ni

mujassamlashtirganlar, hamda u boshqa nasoslardan detallarining kamligi bilan farq qiladi.

15.3.1. Bir vintli nasosning ishlash printsipli

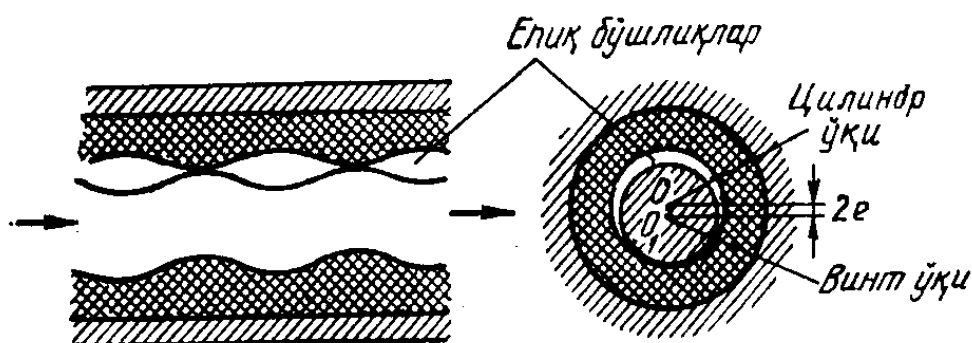
Bir vintli nasosning (15.3-rasm) ichki tomoni vint shaklida profillangan tsilindrda vint aylanadi. TSilindr o'ziga xos profilli bo'lgani uchun va vintning aylanishi sababli suyuqlikning cheksiz harakati vujudga keladi. TSilindrning vintsimon yuzasi va vint yuzasi orasida yopiq bo'shliqlar yoki hajm hosil bo'ladi. Bu bo'shliqlarning vaqt birligi ichidagi umumiy hajmiga mos ravishda nasosning sarfi oshadi. So'rish tomonidagi bo'shliq hajmi kattalashganda nasosning kirish qismida bosimlar ayirmasi hosil bo'ladi va bu bo'shliq suyuqlikka to'ladi. Qandaydir bir vaqtda suyuqlik yopiladi va tsilindrning haydash tomoniga harakatlana boradi. Har bir bo'shliq ma'lum hajmdagi suyuqlikni olib chiqadi. Vintning bir to'liq aylanishidagi suyuqlik tsilindr bo'yicha bir qadam uzunlikka siljiydi va o'zgarmas kesimdan tuqiladi.



15.3-rasm. Cho'ktirma bir vintli nasoslarning sxemasi.

Yopiq (15.4-rasm) bo'shliqlarning siljishi natijasida bosim so'rish bosimi r_s dan r_x gacha oshadi

Eng ko'p tarqalgan vintli nasoslarga uch vintli nasoslar kiradi.



15.4-rasm. TSilindr – vint jufti

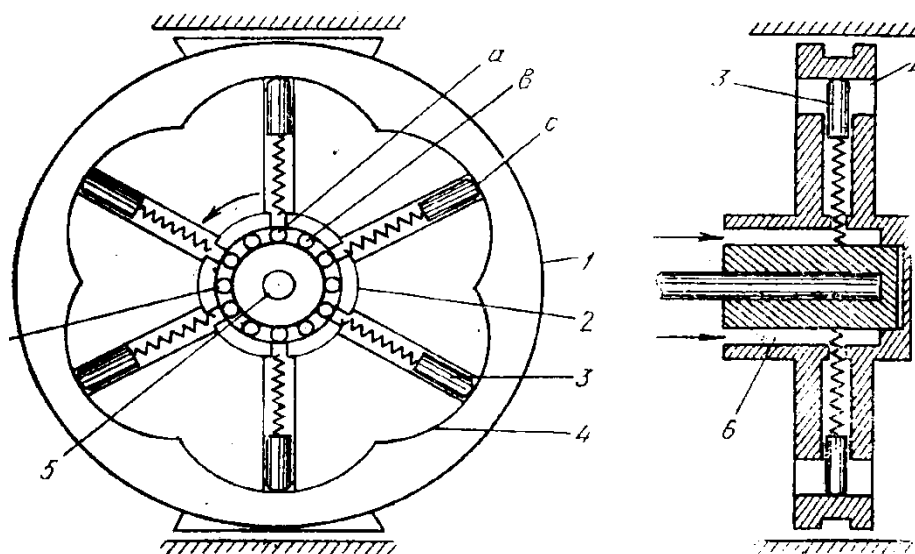
15.5. Radial – porshenli nasoslar

Bu nasoslar ikki guruhga bo'linadi :

- tsilindrlari radial joylashgan
- tsilindrlari aksial joylashgan

Radial porshenli nasos (15.5-rasm) rotor 2 doiraviy yo'naltirgich 4 li stator va porshenchalar 3 dan iborat, rotor qo'zg'almas o'q 5 atrofida aylanadi. Porshenchalar ilgarilanma-qaytma harakat qilib, o'z tsilindrlaridan chiqib prujina yordamida yo'naltiruvchi 4 ga tomon qattiq itariladi. Rasmdagi shtrixlangan qism teshik 6 dan

suyuqlik bilan to'ldiriladi, tsilindrning ish hajmi kichraygan paytda-teshikdan suyuqlik haydab chiqariladi.

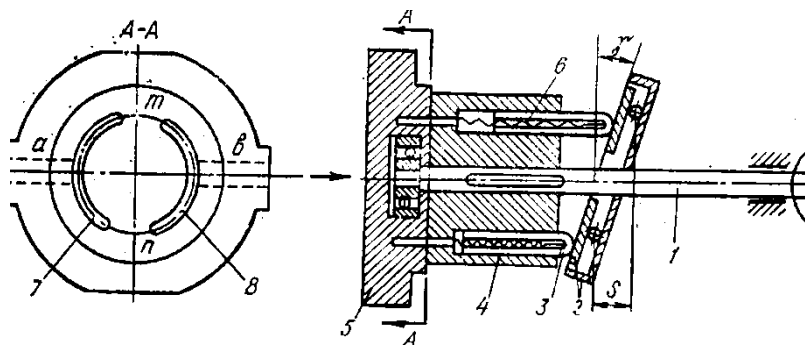


15.5-rasm. Radial-porshenli nasos

15.6. Aksial porshenli nasoslar

Aksial porshenli nasoslarda porshenli tsilindrlar aylanish o'qiga parallel joylashgan bo'ladi (15.6 – rasm).

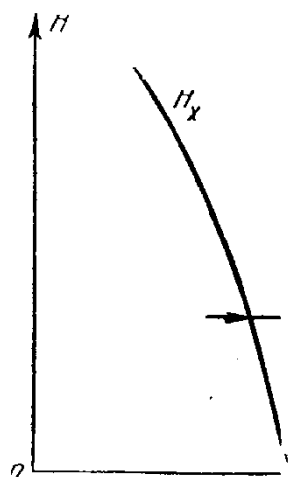
Nasosda rotor rolini tsilindrlardan iborat blok 4 o'taydi, uni val 1 yordamida aylantiriladi. Taqsimlash diski 5 va yotiq disk 2 nasos ishlagan paytda qimirlamasdan turadi. Porshenchalar yuqorida purjina 6 bilan oldinga itariladi, pastda esa yotiq disk 2 ning ta'sirida orqaga qaytadi. Suyuqlik tsilindrlarda kanal a dan taqsimlanadi. Kanal v dan haydaladi.



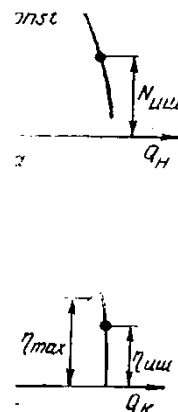
15.6-rasm. Aksial -porshenli nasos.

15.7 Hajmiy nasoslarning xarakteristikalar.

Hajmiy nasoslarning xarakteristikalar markazdan qochma nasoslarnikidan butunlay farqlanadi.



15.7-rasm



15.8-rasm

Nasosning bosim xarakteristikasida $N = f(Q)$ nazariy bosim aylanish soni o'zgarmas bo'lganda ($n = \text{const}$) 15.7-rasmda tasvirlangandek bosim o'qiga paralel to'g'ri chiziq bilan ifodalanadi. Bundan bosim xarakteristikalari barcha hajmiy va rotorli nasoslarga ham tegishlidir. Bundan qat'iy nazar bosim xarakteristikasiga ega bo'lgan bu nasoslarda nazariy bosim cheksiz katta miqdorga intiladi. Nasosning xaqiqiy so'rishi sarfi bosimga bog'liq bo'lib uning ortishi bilan turli hajmiy yo'qotishlar ortib ketadi. Markazdan qochma nasoslarda hajmiy nasoslarda quvvat xarakteristikasi (15.8-rasm) ham bosim xarakteristikasiga o'xshagan bo'ladi, lekin quvvat grafigining egriligi bosimnikiga nisbatan kattaroq bo'ladi. FIK xarakteristikasining qiyaligi quvvat va bosim xarakteristikalariga nisbatan kamroqdir (15.8-rasm).

Gidromashinalarning maksimal FIKga mos kelgan parametrlari optimal yoki nominal deyiladi. FIK $\eta \geq (0,85 \div 0,9)$ η_{maks} ga teng bo'lsa, nasoslar tejamli ishlayapti deyish mumkin.

15.8 Rotorli kompressorlar.

Bu kompressorlar ham porshenli kompressorlar singari, ish bo'shlig'i hajmining kengayishi printsipida ishlaydi. Rotorli kompressorlar konstruktiv belgilariga ko'ra plastinali, suv halqali, gazoduvka va ikki rotorli kompressorlarga bo'linadi.

Plastinali rotorli kompressorlar. Bu kompressorlar xuddi plastinkali nasoslar kabi ishlaydi, ular bir bosqichli va ikki bosqichli bo'ladi.

Plastinkali rotorli kompressorlarning so'rish vaqtidagi unumdorligi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = 2 l e n \lambda (\pi D - \delta z) \quad (15.1)$$

Bu yerda l –plastinaning uzunligi, m;

e –rotorning ekstsentrisiteti, m ;

n -rotorning aylanishlar chastotasi.

D -qobiqning ichki diametri.

δ -plastinka qalinligi.

z –plastinkalar soni.

λ -uzatish koeffitsienti.

Bir bosqichli rotorli plastinkali kompressorlarda gazlar 0,25 – 0.5 MPa bosimgacha; ikki bosqichlarida esa 0.8.... 1.5 MPa bosimgacha siqiladi. Bunday kompressorlardan past bosim va katta unumdorlik olish maqsadida foydalaniladi.

Suv halqachali kompressorlar. Kompressorlarning qobig'ida ekstsentrik holda yassi kurakchalari bo'lgan rotor joylashgan. Kompressorlarning ishga tushirishdan oldin uning yarmigacha suv qo'yiladi. Rotor aylanganida suv atrofga sochilib, kompressorning qobig'i bilan rotorga nisbatan suv halqachalari hosil qiladi Hajmdagi suyuqlikka botirilguncha kompressorga suv qo'yiladi.

Rotor kurakchalari bilan suv halqachalari orasida yacheykalarning hajmi rotorning birinchi yarim aylanishida kengayadi, ikkinchi yarim kengayishida esa torayadi. Yacheykalarning hajmi kengayganida gaz suriladi va rotorning keyingi aylanishida yacheykaning hajmi torayishi natijasida gaz siqilib uzatish potrubkasi orqali uzatiladi. Bu kompressorlarda suv halqachalari porshen vazifasini bajaradi, chunki halqachalar vositasida ish kamerasining hajmi o'zgaradi. SHuning uchun bunday kompressorlarni **suyuqlik porshenli kompressorlar** ham deyiladi. Suyuqlik porshenli kompressorlar gaz holatidagi xlorini uzatish uchun keng ishlatiladi. Bunda ellips shakldagi qobig'ning yarmisigacha ish suyuqlik sifatida kontsentirlangan sul fat kislotaga qo'yiladi. Rotorli suv halqachalari kompressorlar juda kam ortiqcha bosim hosil qilgani sababli ular gazoduvkalar va vakuum nasoslar sifatida ishlatiladi.

Ventilyatorlar. Gazni past bosimda uzatish uchun mo'ljallangan mashinalar **ventilyatorlar** deyiladi. Ventilyatorlar ishlash printsipiga ko'ra markazdan qochma va o'qli bo'ladi. Markazdan qochma ventilyatorlar gazni nisbatan yuqori bosimlarda uzatib berish uchun, o'qli ventilyatorlar esa kichik bosimlarda, lekin ko'p miqdordagi gazni uzatish uchun mo'ljallangan. Sanoatda o'qli ventilyatorlar juda kam ishlatiladi, ulardan faqat binolarni sovitishda foydalaniladi.

Sanoatda gazlarni uzatish uchun markazdan qochma ventilyatorlar keng qo'llaniladi. Bu ventilyatorlar bosimining kattaligiga qarab uch guruhga bo'linadi:

1. Past bosimli ($p < 10^3 \text{ N/m}^2$).
2. O'rta bosimli ($r \approx 10^3 - 3 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$).
3. Yuqori bosimli ($r \approx 3 \cdot 10^3 - 10^4 \text{ N/m}^2$).

Markazdan qochma ventilyatorning asosiy qismi parraklar va spiralsimon qobiq ichiga joylashtirilgan ish parraklari bor g'ildirakdir. Markazdan qochma ventilyatorlar markazdan qochma nasoslarga o'xshash bo'ladi. Ish g'ildiragi aylanganda ventilyatorning ish bo'shlig'idagi havo yoki gaz g'ildirak bilan birga aylanadi va markazdan qochma kuch ta'sirida g'ildirakning chekkalariga haydaladi. Gaz g'ildirak parraklaridan spiralsimon kameralarga va undan undan haydash Quvursiga o'tadi. Gaz g'ildirak parraklaridan o'tganida g'ildirakning markaziy qismida siyraklashgan bosim vujudga keladi va gazning yangi portsiyasi atmosfera bosimi ta'sirida ventilyator qobig'idagi so'rish teshigi orqali o'tib, parrakli g'ildirakning markaziy qismiga kiradi. So'ngra gaz g'ildirak parraklariga uriladi va protsess shu tarzda davom etaveradi.

Past bosimda ishlaydigan ventilyatorlarda ish g'ildiraklaridagi parraklar orqa tomonga egilgan, yuqori bosimda ishlaydiganlarida esa old tomonga egilgan bo'ladi. Ish g'ildiragidagi parraklar sonini o'zgartirib past bosimli ventilyatorlardan o'rta bosimli ventilyatorlar hosil qilish mumkin.

Markazdan qochma ventilyatorlarning xarakteristikalarini xuddi markazdan qochma nasoslarnikiga o'xshash bo'ladi, shuningdek, bular nasoslar kabi proportsionallik qonuniga bo'ysunadi:

$$N = \frac{Q\Delta p}{\eta_B}$$

Bu yerda η_V -ventilyatorning FIK,

Q-uzatish liniyasidagi barcha sarflarni hisobga oladi ;
 Δp - bosimlar farqi.

Ventilyatorlar gazlarni bir me'yorda uzatadi, ammo FIK porshenli nasoslarga nisbatan kam.

Gazlarni yuqori darajada siqish uchun turbokompressor va turbogazoduvkalar ishlatiladi. Bularning ishlash printsiplari markazdan qochma nasoslarning ishlash printsiplidan printsiplial farq qilmaydi. Turbokompressorlarda siqish protsessi sovitish bilan borsa, turbogazoduvkalarda sovitish protsessi ishlatilmaydi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Rotorli nasoslar haqida tushuncha, ularning qo'llanish sohasi.
2. Shesterniyali nasoslar, ularni tuzilishi va ishlash printsiplari.
3. Plastinkali nasoslar, ularni tuzilishi va ishlash printsiplari.
4. Vintli nasoslar, ularni tuzilishi va ishlash printsiplari.
5. Rotor-porshenli nasoslar, ularni ishlash printsiplari.

TAYANCH IBORALAR:

Avtonom qurilma, aylanadigan plastinka, aylanish soni, aylanuvchi blokli-rotorli-porshenli mashinalar, aksial porshenli asoslar, ariqchalar, baraban, berkitgich, bosim xarakteristikasi, ventilyatorlar, vint yuza, vint, vintli nasoslar, vintsimon yuza, gazoduvka, gidroyuritma, dvigatel, disk, doiraviy yo'naltirgich.

GIDRODVIGATELLARNING TUZILISHI VA ISHLAR PRINTSIPI.

REJA:

- 16.1. Kuch gidrodvigatellari.
- 16.2. Burilma gidrodvigatellar.
- 16.3. Rotorli dvigatellar va ularning qaytarlik xususiyatlari.
- 16.4. Porshenli, plastinkali, shesterniyali va vintli gidrodvigatellar hamda ularni boshqarish.
- 16.5. Yuqori momentli gidromotorlar.

16.1. Kuch gidrodvigatellari.

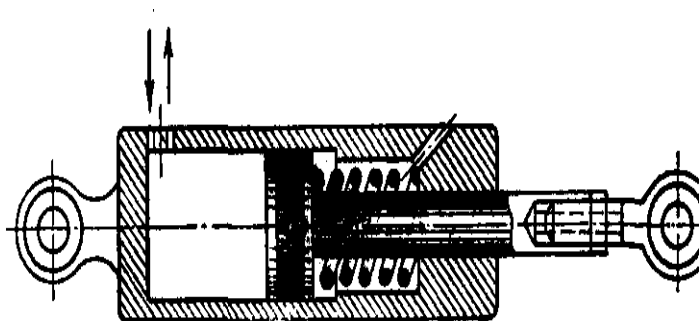
Kuch gidro dvigatellari hajmiy gidrouzatma sistemasining asosiy qismi bo'lib, tsilindrda porshenni siljitish yo'li bilan suyuqlik potentsial energiyasini mexanik energiyaga aylantirish uchun foydalaniladi. Porshen bilan uzatiladigan gidrotsilindrlarda energiya manbai xizmatini biror nasos bajaradi.

Ilgarilanma-qaytma va aylanma harakatga asoslangan kuch gidrotsilindrlari porshen printsiplari bo'yicha ishlaydi va uch turga bo'linadi:

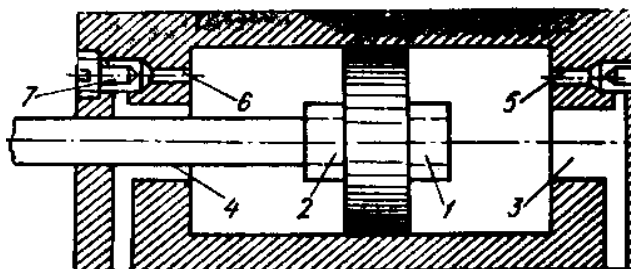
- 1) bir harakatli tsilindr (16.1-rasm),
- 2) ikki harakatli tsilindr (16.2-rasm),
- 3) burilma harakatli tsilindr (16.2-rasm).

Bir harakatli kuch gidrotsilindrlarida porshenga suyuqlikning bosimi faqat bir tomondan ta'sir qiladi. Porshenning teskari tomonga harakati prujina ta'sirida amalga

oshiriladi. Ikki harakatli kuch gidrotsilindrlarida porshenga suyuqlik ikki tomondan galma-gal ta'sir qiladi.



16.1-rasm. Bir harakatli kuch gidrodvigateli.



16.2-rasm. Ikki harakatli kuch gidrodvigateli.

16.2. Burilma gidrodvigatellar.

Burilma harakatga asoslangan gidrotsilindrlar (kvadrantlar) **burilma gidrodvigatellar** deb ataladi.

16.3-rasmda sektor bo'shlig'iga ega bo'lgan burilma haraktli kuch tsilindrining sxemasi keltirilgan unda suyuqlik kurakning o'ng va chap tomonidan bosim ostida kirilganda tebranma harakat qiladi. Kurakning burilish burchagi 120° dan oshmaydi.

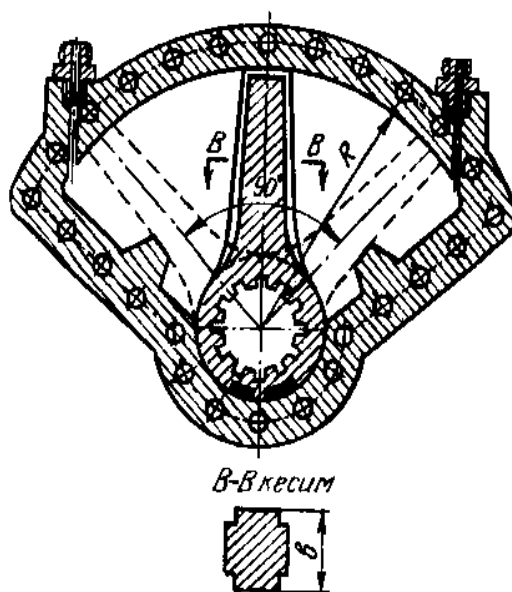
Kvadrantlarda bosim $100 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} (10^7 \frac{\text{H}}{\text{M}^2})$ shatunli mexanizm yoki tishli reyka va tishli reduktordan oluvchi, ilgarilama-qaytma harakatlanuvchi porshen yordamida hosil qilish mumkin. Pnevmatik kuch tsilindrlari gidrotsilindrdan juda kam farq qiladi va ayni bir xil vazifani bajaradi. Bu mexanizmda siqilgan havoning energiyasidan turli moslamalarda foydalaniladi.

16.3. Rotorli dvigatellar va ularning qaytarlik xususiyatlari.

Rotorli gidrodvigatellarning tuzilishi porshenli, plastinkali (shiberli), shisternyali, vintli va boshqa nasoslarni o'z ichiga olgan rotorli nasoslardan farq qilmaydi.

Bu gidrodvigatellar va nasoslar qaytarlik xususiyatiga egadir. Boshqacha aytganda rotorli nasoslarga chiqish qismi orqali bosim ostida suyuqlik kiritilsa, uning rotorini harakatga keladi va suyuqlik kirish qismi orqali chiqib ketadi. Natijada nasosdan

gidrodvigatel sifatida foydalanilishi mumkin. Xuddi shuning aksidek, rotorli dvigatelni elektr dvigatelga ulash yo'li bilan undan nasos sifatida foydalanish mumkin.



16.3-rasm. Burilma gidrodvigateli.

Rotorli gidrodvigatellar unumdorligi o'zgaruvchan, (ya'ni boshqariladigan so'rish sarf) li yoki o'zgarmas, ya'ni boshqarilmaydigan (so'rishli) bo'lishi mumkin. Bunday mexanizmlarda hisoblash, ularda hosil bo'lgan bosim, burovchi moment va valdagi quvvatni hisoblashga olib keladi.

16.4. Porshenli, plastinkali, shesternyali va vintli gidrodvigatellar hamda ularni boshqarish.

Rotor porshenli (porshenli) gidrodvigatellar tuzilishi bo'yicha ikki guruhga: radial va aksial tsilindrli gidromatorlarga bo'linadi. Oldingi mavzulardan ma'lumki bunday gidromatorlar tuzilishi bo'yicha radial va aksial nasoslardan farq qilmaydi.

Porshenli gidrodvigatellarning burovchi momenti M , so'rish bo'shlig'idagi porshenlar hosil qilgan momentlarning yig'indisi sifatida hisoblanadi.

$$M_{\varphi} \approx \sum_{\kappa \approx 0}^{\kappa \approx N} M_{\kappa}$$

bu yerda: m_k -bitta porshenning momenti, $n=1$ -porshenlar soni

Har bir porshenga ta'sir qilayotgan bosim kuchi quyidagiga

$$P = p \frac{\pi d}{4}$$

teng:

bunda r -haydash bo'shlig'idagi bosim d -porshenning diametri

R kuchni normal P_N va potentsial P_T tashkil etuvchilarga ajratib, har bir porshenning momentini aniqlasak u quyidagicha aniqlanadi.

$$m_k = p \frac{\pi d}{4} r_k \frac{l}{R} \sin \varphi_k$$

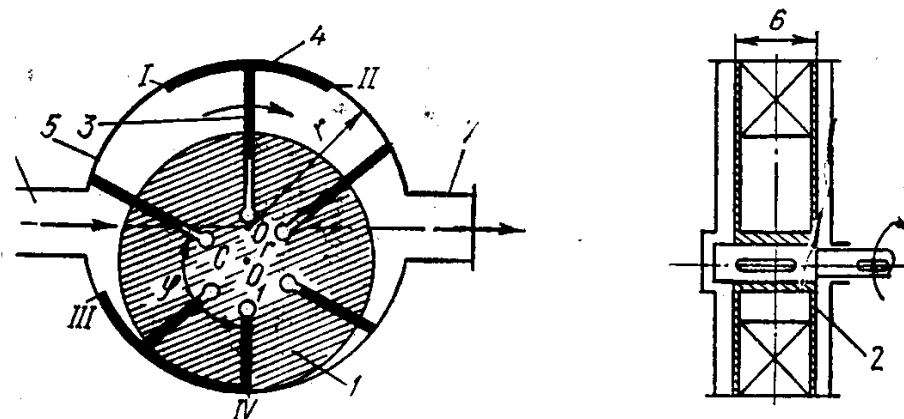
$$m_\varphi = \frac{\pi d^2}{4} \frac{l}{R} \sum_{k=0}^{K=n} r_k \sin(\varphi - \frac{2\pi}{z} k)$$

U holda gidrodvigatelning momenti ushbuga teng bo'ladi.

Bundan ko'rinadiki, ekstsentritet qancha katta bo'lsa, radial porshenli nasosning burovchi momenti ham shuncha katta bo'ladi. Binobarin ekstsentritetni o'zgartirish yo'li bilan (bosim o'zgarmagan holda) burovchi momentni o'zgartirish mumkin emas.

Bunday gidrodvigatellarning asosiy kamchiligi rotorning inertsiyal momenti kattaligi va tsilindrlar qalpoqchalariga masofa katta bo'lmaganligi sababli, sekin yurarligidir.

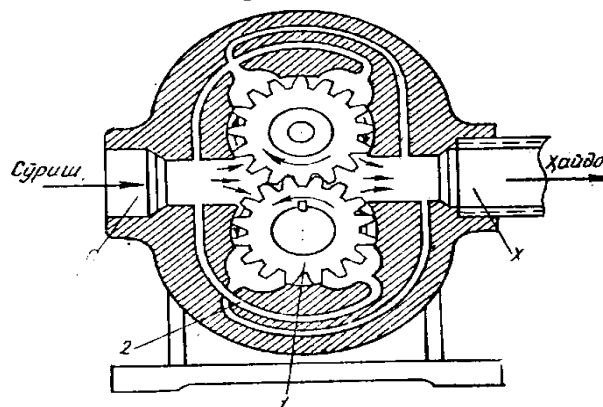
Porshenli nasos va gidrodvigatellarning birga ishlashini ta'minlovchi qurilma **Luf-Tom gidrouzatmasi** deb ataladi. Bu gidrouzma ish vaqtida uzatish sonini uzluksiz o'zgartirib borish mumkin. Bunda bir tsilindrli mashinaning asosiy parametrlarini hisoblash formulalaridan tsilindrlar miqdorini hisobga olgan holda, rotor porshenli mashinalarning asosiy parametrlarini hisoblash mumkin. Plastinkali (16.4 -rasm) gidrodvigatellar mavjud hajmiy gidrodvigatellar ichida eng soddasi bo'lib, ular "parrakli" nomi bilan ataladi.



16.4-rasm. Plastinkali gidrodvigatellar.

Yaxshi loyihalangan plastinkali mashinalarning FIK yuqori bo'lib, buning uchun uning qismlari juda aniq ishlangan bo'lishi kerak. Plastinkali mashinalar boshqariluv asosida yetaklovchi valdan yetaklanuvchi valga mexanik energiya va burovchi momentni o'tkazuvchi gidrouzatmalar mavjud.

Agar shesternyali nasosning (16.5 - rasm) so'rish bo'limchasiga bosim ostida moy berilib, haydash bo'limchasidan chiqarib yuborilsa, u gidrodvigatel bo'lib ishlaydi va tishlaridagi bosim burovchi moment hosil qiladi.



16.5-rasm. shesternyali gidrodvigateli.

Mexanik FIK nasos uchun qancha bo'lsa, gidrodvigatel uchun ham shuncha bo'ladi. Vintli dvigatellar ham nasosdan qaytarma foydalanishga asoslangan.

Bunday gidrodvigatellar bug' va gidravlik trubinalarning boshqarish gidrosistemalarida va hajmiy uzatmalarda qo'llaniladi.

16.5. Yuqori momentli gidromotorlar.

Yuqori momentli gidromotorlarning tuzilishi turlicha bo'lishi mumkin. Gidrodvigatellarni yuqori momentliga aylantirish uchun turli usullardan foydalaniladi.

M: porshenli gidrodvigatelni yuqori momentliga aylantirish uchun uning o'lchamlarini, porshenning yo'li va diametrini o'zgartirmagan holda unumdorligini oshirish zarur bo'ladi. Buning uchun ko'p karrali ishlash printsiptan foydalaniladi.

Rotor va stator umumiy o'qqa ega bo'ladi. Stator to'liqinsimon hal kadan iborat bo'lib, har bir aylanida porshen marta (i halqadagi to'liqlar soni) yo'l o'tadi. Rotorning podshipnikka radial bosim kuchini yo'qotish uchun statordagi to'liqlar sonini toq qilib olinadi. Bu holda unumdorlik

$$M = f_n S i i_c \frac{P}{2\pi}$$
$$Q = f_n S i i_c$$

moment esa

formula bilan aniqlanadi. Bunday mashinalarda aylanuvchi rotor (tsilindrlar bloki) tsilindrlar bo'shlig'ini galma-galdan haydovchi va so'ruvchi sohalar bilan tutashtirib boradi. Porshenlar esa statorga roliklar yordamida tayanadi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Gidrodvigatellar haqida tushuncha bering.
2. Kuch gidrodvigatellarini tushuntiring.
3. Burilma gidrodvigatellar haqida tushuncha bering.
4. Rotorli dvigatellar haqida tushuncha bering.
5. Rotorli dvigatellar ning qaytarlik xususiyatlari nimadan iborat.
6. Porshenli gidrodvigatellarni tushuntiring.
7. Plastinkali gidrodvigatellarni tushuntiring.

TAYANCH IBORALAR:

Aylanma harakat, aksial porshenli nasos, aksial tsilindrli gidromotor, bir harakatli tsilindr, bosim, bosim kuchi, boshqariladigan so'rishli, boshqarilmaydigan so'rishli, bug' turbinasi burilish burchagi, burilma harakatli tsilindr, burovchi moment, val, vintli nasos, gidrodvigatel momenti, gidrodvigatel, gidrotsilindr.

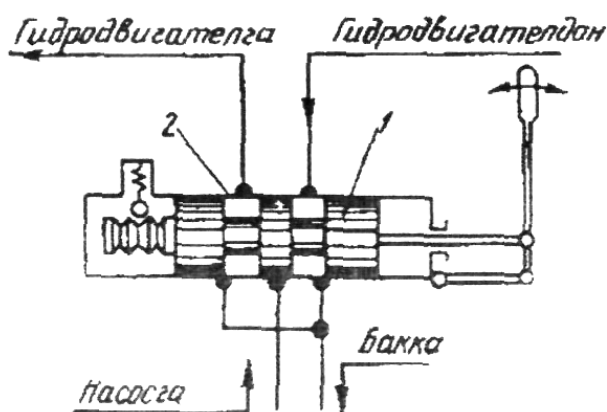
TAQSIMLASH, TEKSHIRISH VA SOZLASH USKUNALARI.

REJA:

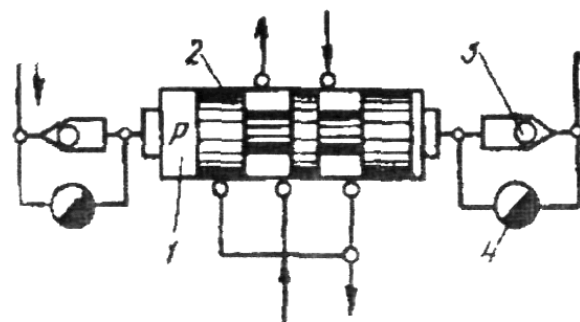
- 17.1 Taqsimlagich qurilmalar, ularning vazifalari, guruhlanishi, ishlash printsipi va asosiy turlari
- 17.2 Klapanlar. Ishlash printsipi, tuzilishi va xarakteristikalar
- 17.3. Plunjerli klapanlarning tuzilishi va ishlash printsipi.
- 17.4. Differentsial klapanlarning tuzilishi va ishlash printsipi.
- 17.5. Reduksion klapanlarning tuzilishi va ishlash

17.1 Taqsimlagich qurilmalar, ularning vazifalari, guruhlanishi, ishlash printsipi va asosiy turlari

Taqsimlagich qurilmalar gidrouzatmaning asosiy elementlari va qism-lari orasida suyuqlik oqimlarini taqsimlash va yo'nalishini o'zgartirish uchun xizmat qiladi. Konstruktiv tuzilishi bo'yicha taqsimlagichlar zo-lotnikli, kranli va klapanli turlarga ajraladi, Ularning belgilangan holatlariga qarab, ikki va uch va ko'p holatli taqsimlagichlar bo'ladi. Hajmiy gidrouzatmalarda eng ko'p qo'llaniladigani zolotnikli taqsim-lagichlardir.



17.1- rasm. Zolotnikli taqsimlagichlar

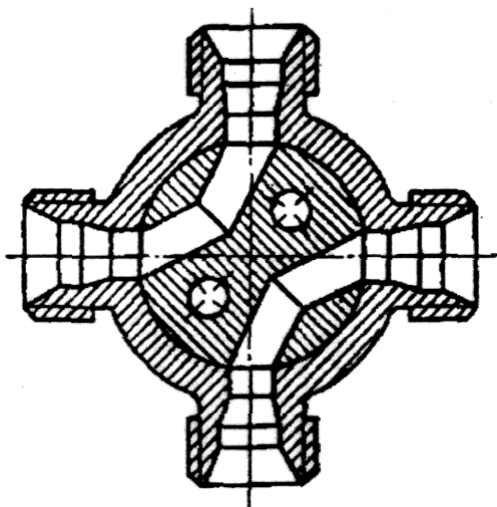


17.2 -rasm. Reversiv zolotnikli G-72 turdagi taqsimlagich,

Zolotniklar gidroapparatlarning boshqariluvchi elementi bo'lib, uning yordamida suyuqlikning taqsimlanishi, harakatni reverslash va bir Quvurdan ikkinchisiga o'tkazish ishlari amalga oshiriladi. Zolotnikning harakatlanuvchi qismi (17.1- rasm) suyuqlik o'tishi uchun yo'lakchalari bo'lgan plunjer 1 va suyuqlikni kiritish hamda chiqarish uchun teshiklari bo'lgan tsilindr 2 dan iborat. Gidrouzatma ishlash vaqtida zolotnikning korpusi 2 ga nisbatan plunjer 1 ni siljitish yo'li bilan zolotnikli juftning tegishli ish tuynugini berkitiladi, natijada suyuqlikning yo'nalishi o'zgaradi. Zolotnikni boshqarish qo'lda yoki kulachokli mexanizm yordamida yoki elektromagnit va gidravlik usul bilan boshqarilishi mumkin.

17.2-rasmda G-72 tipli gidravlik boshqariluvchi reversiv zolot-nikning sxemasi keltirilgan. U korpus 1, plunjer 2, sharli klapan 3 va drossel 4 dan tashkil topgan.

Zolotnikning plunjeri 2 gidrodvigatelning ikki yo'nalishiga te-gishli ikkita chekka (o'ng va chap) holatlarni qabul qilishi mumkin. Plunjer 2 ni bir holatdan ikkinchisiga o'tishi plunjerning ikki tomoniga ta'sir qiluvchi bosim r yordamida amalga oshiradi. Kranli taqsimlagichlar (17.3-rasm) tu-zilishining soddaligi sababli keng tar-qalgan.



17.3-rasm. Kranli taqsimlagich

Ammo ularni burash uchun kattagina moment zarur bo'ladi.

Bu momentni kichraytirish uchun mosla-malar qo'llash taqsimlagichning tuzilishini murakkablashtirib yuboradi.

Klapanli taqsimlagichlar kichik sarflarda ishlay olishi, katta bosimlarda ham yaxshi germetiklanganligi, ixchamligi va boshqarishning osonligi bilan zolot-niklardan ustunlik qiladi. SHunday qilib, germetiklik hal qiluv-chi ahamiyatga ega bo'lmasa va sarf katta ,bo'lsa, zolotnikli taqsimla-gichlardan foydalanish ma'qul. Moy sarfi kichik gidrouzatmalarda, germetiklik muhim bo'lgani uchun, klapanli taqsimdagichlar qo'llaniladi.

17.2. Klapanlar. Ishlash printsiipi, tuzilishi va xarakteristikalari

Klapan — gidrouzatmaning eng ko'p tarqalgan elementidir. Ular yordamida gidrouzatma qismlarining galmagal ishlashi, ularni ehtiyot qilish, oqim yo'nalishini o'zgartirish, kerakli bosim hosil qilish, oqimni qismlarga bo'lish va boshqa ishlar bajariladi.

Klapanlar uch gruppaga ajraladi: tirkak, saqlagich va reduksion klapanlar.

Tirkak klapanlar suyuqlikni faqat bir yo'nalishda o'tkazish uchun mo'l-jallangan. Suyuqlikning yo'nalishi o'zgarishi bilan tirkak klapan yopi-lib, suyuqlik o'tkazilishi to'xtaydi. Ochiq holda bu klapanlar eng kam qar-shilikka ega bo'lishi, yopiq holda esa zarur germetiklikni ta'minlashi kerak. SHuning uchun tirkak klapan prujinasining zo'riqishi eng kam bo'lib, klapaning egarga ishonchli o'rnashuvi uchungina yetarli bo'lishi kerak, chunki klapan suyuqlikning bosim kuchi yordamida ochilib yopiladi.

17.4-rasmda G-51 turdagi plunjerli tirkak klapan tasvirlangan bo'lib. u korpus 1, qopqoq 2. plunjer 3, prujina 4, va egar 5 dan iborat. Plunjer 3 o'zining konus uchi bilan egar 5 ga taqalgan bo'lib, uning tsidindrik yon sirti korpusning yo'naltiruvchi teshi-giga kirib turadi. Klapan ishlaganida teshik 6 ga keltirilgan suyuqlik plun-jerni egardan ko'taradi va teshik 7 ga yo'l ochadi. Oqimning yo'nalishi o'zga-rishi bilan suyuqlik bosimi ta'sirida plunjer 3 egar 5 ga zichlanadi. Moy plunjer 3 ning teshigi 8 orkali klapan ustidagi bo'shliqqa o'tgani sababli, bu bosim klapaning kesimi bo'yicha tarqaladi.

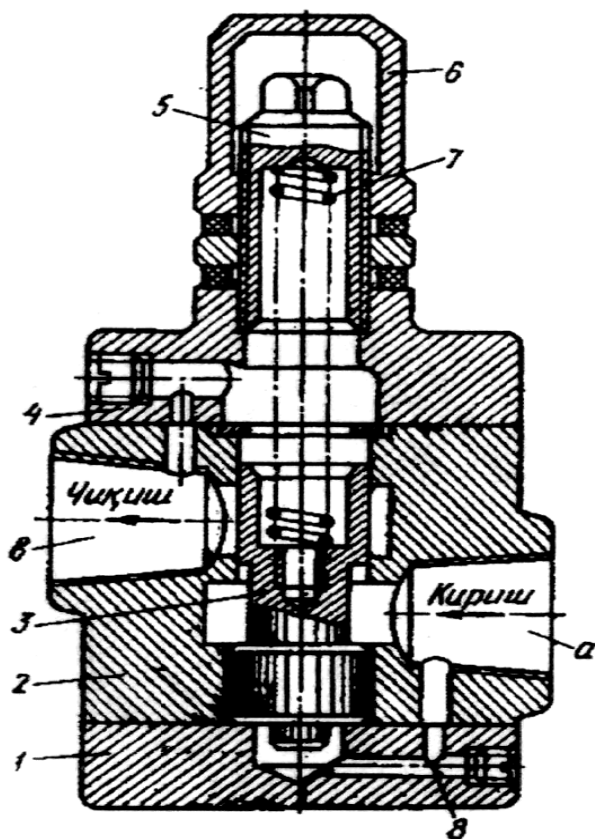
Bosim ortishi bilan plunjerni egarga siquvchi kuch ortib, suyuqlikning teskari yo'nalishida oqishi to'xtaydi. Prujina 4 plunjerning korpusga ish-qalanish kuchini yengish uchungina xiz-mat qiladi. *Saqlagich klapanlarning* tirkak klapandan farqi, undagi prujinaning qattiqroq siqish kuchiga egaligidir. Bunday klapanlarning ishlashi suyuqlik bosim kuchini prujina kuchi yoki suyuqlikning teskari bosimi bilan muvozanatlashga asoslangan. Gidrouzatmani juda yuqori bosimlardan ehtiyot qilish uchun bosim belgilangan chegara qiymatidan oshib ketganda ochiladigan saqlagich

klapanlar ishlatiladi. To'g'ri harakatli saqlagich klapanlar sharikli, konusli va plunjerli bo'ladi. Eng sodda saqlagich klapanlar sharikli bo'ladi. Bu klapanning qo'llanish sohasi cheklangan bo'lib, gidrosistemada bosim kichik va sarf kam bo'lganida qo'llaniladi. Sharik va egarni o'zaro qattiq zichlash mumkin bo'lmagani sababli yopiq holda ham sharikli klapanidan suyuqlik oqib o'tadi. Bundan tashqari,

sharik suyuqlikni qo'yib yuborganda tebranma harakat qilib, davriy ravishda egarga uriladi. Sharikni konus bilan almashtirib, konusli saqlagich klapan olinadi. Bunday klapaning germetikligini ta'minlashning asosiy sharti —klapan konus va tsilindr qismining hamda konusning yo'naltiruvchi tsilindri va konus egarining bir o'qliligi qat'iy bajarilgan bo'lishi kerak. Aks holda konusli klapaning germetikligi tezda buziladi.

Gidrouzatmalarda plunjerli klapanlar ko'p tarqalgan.

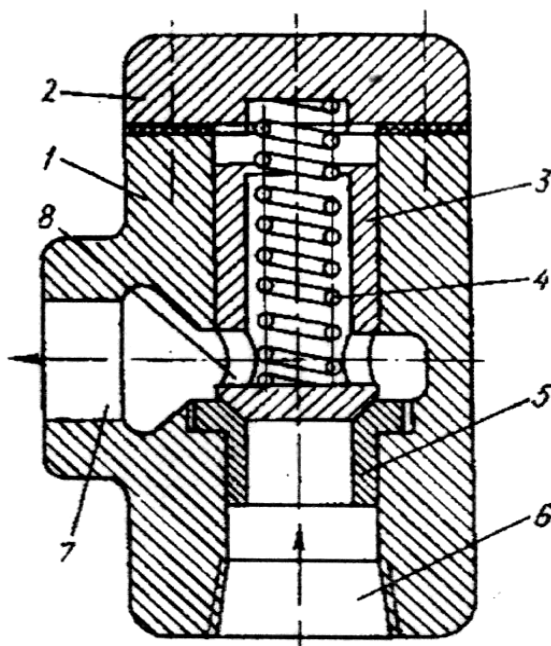
17.3. Plunjerli klapanlarning tuzilishi va ishlash printsipi.



17.5— rasm. G-54 turdagi plunjerli klapan.

iborat. Prujina 7 plunjer 3 ni chekka holatiga surib, nasos bilan tutashgan *a* bo'lma bilan, quyish liniyasi bilan tutashgan *v* bo'lmani ajratadi. Shu bilan birga kalibrlangan teshik 8 orqali bosim plunjerning pastki chekkasiga beriladi.

Sistemada bosim ortib, prujina 7 ning kuchini yengadigan darajaga yetganida plunjer 3 yuqoriga suriladi. Natijada *a* va *v* bo'lmalar tutashib, suyuqlik quyishga o'tkazib yuboriladi. Klapaning ishini barqarorlashtirish uchun, ya'ni prujina tebranishini dämpferlash uchun kalibrlangan teshik 8 mo'ljallangan. Klapani kerakli bosimga moslash vinti 5 yordamida, prujina 7 dagi zo'riqishni o'zgartirish yo'li bilan bajariladi.



17.4— rasm. G-51 turdagi tirgak klapan

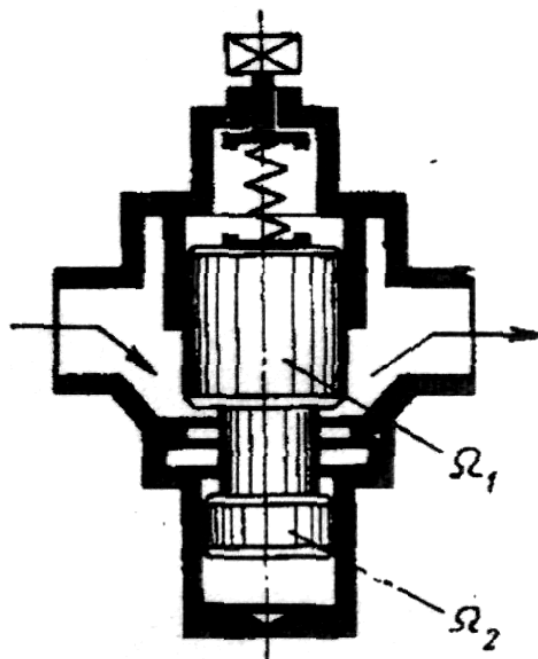
Plunjerli klapanlar gidrouzatmalarni ortiqcha zo'riqishdan ehtiyotlash, shuningdek, ma'lum bir o'zgarmas bosimni saqlash uchun qo'llaniladi, ya'ni sistemaga ulash va moslashga bog'liq ravishda bir klapaning o'zi saqlagich, quyuvchi yoki bosimni ta'minlagich sifatida ishlatilishi mumkin.

18.5- rasmda G-54 plunjerli klapaning kesmasi ko'rsatilgan. U korpus 2, ostki qopqoq 1, ustki qopqoq 4, plunjer 3, boshqaruvchi vint 5 va prujina 7 dan

Suyuqlikning katta bosimlarida prujinaning zo'riqish kuchi oshi-rilishi zarur. Katta kuchli prujinalar erkin tebranish chastotasini kamaytirishdan qutulish uchun differentsial klapanlarda qo'llaniladi.

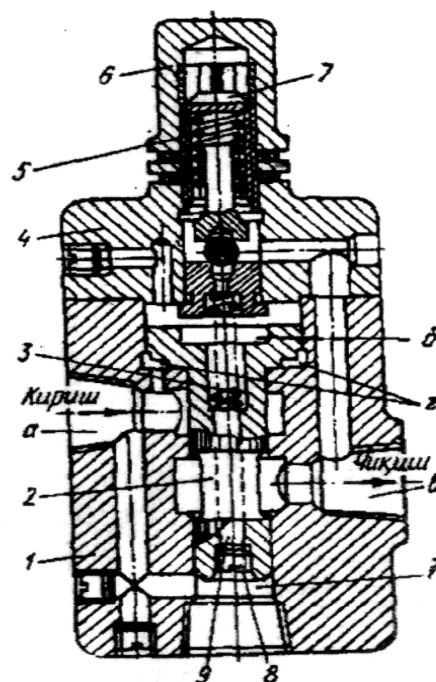
17.4. Differentsial klapanlarning tuzilishi va ishlash printsipi.

Differentsial klapanlarda plunjerga ta'sir qilayotgan suyuq-likning bosim kuchi ish yuzasi 2, va plunjerning muvozanatlovchi yuzasi Ω_1 va plunjerning muvozanatlovchi yuza-si Ω_2 hisobiga gidravlik muvozanat-lashadi (17.6-rasm). Dempferlovchi qurilmalar qo'llanilishiga qaramay kla-panning plunjeri tebranma harakat qilib, sistemadagi bosimning davriy o'zgarishiga sabab bo'ladi. Bu kamchilik barcha to'g'ri harakatli klapanlarga te-gishlidir. Bosimni barqarorlash uchun universal saqlagich klapanlar qo'llani-ladi. Ular sistemaga ma'lum bir tar-tibda ulanganida va prujina tegishli-ch moslanganda quyuvchi bo'lib ham, bosim-ni ta'minlovchi bo'lib ham ishlatilishi mumkin. Bundan tashqari asosiy demp-ferli plunjerli klapan 2 bilan sha-rikli servoklapan 4 ning birgalikda ishlashiga asoslangan murakkab klapan-lar ishlatiladi. 17.7- rasmda G-52 turda-gi servoklapanlarning



17.6– rasm. Differentsial klapan

tuzilishi kelti-rilgan. Klapan quyidagi qismlardan iborat: korpus 1, plunjer 2, prujina 3, 5, servoklapan 4 va qopqoq 6. Ish suyuqligi nasosdan *a* bo'shliqqa berilib, klapandan bakka *v* bo'shliq orqali olib ketiladi. Plunjer 2 kuchsiz prujina 3 yordamida quyi holatda ushlab turiladi. Plunjer 2 ning markaziy teshigiga dempfer 8 (kichik dempferning kalib-rlangan teshigi) buralgan bo'lib, uning yordamida bo'lma 6 bo'lma *a* bilan doim tutashgan bo'ladi. Bundan tashqari, *b* bo'lma *a* bo'lma 2 bilan ham tutashgan. Markaziy teshik 9 orqali suyuqlik bo'lma *d* dan bo'lma *b* ga va sharik 4 ostiga keltiriladi. Sharik 4 egarga prujina 5 yordamida siqib qo'yiladi. Prujinaning siqish kuchi vint 7 yordamida boshqariladi. Suyuqlikning sharik 4 ga ta'sir qiluvchi bosim kuchi prujina 5 moslangan zo'riqish kuchidan ortib ketguncha sharik egarga siqilib turadi va bo'lma *b* dagi bosim sistemadagi bosimga teng bo'ladi. Bunda bo'shliq tomonidan plunjer 2 ga bo'lgan kuchi *d* va *g* bo'shliqlari tomonidan bo'lgan bosim kuchi bilan muvozanatda bo'lgani uchun plunjer, prujina 3 ta'sirida quyi holatda saqlanadi. Plunjerning bu holatida *a* va *v* bo'shliqlar ajratilganligi sababli suyuqlikning sistemadan bakka o'tish yo'li berkilgak bo'ladi.



17.7– rasm. G-52 turdagi seraoharakatli klapan

Suyuqlikning bosim kuchi prujina 5 ning kuchini yengishi bilan sharik 4 o'z egaridan ajraladi va suyuqlikning ozgina miqdori sharikli klapan orqali *b* bo'lmadan *v* bo'lmaga va undan quyilishga o'tadi. Bo'linma *d* dan suyuqlik dempfer 8 orqali bo'linma *b* ga o'tadi. Dempfer 8 ning kalibrlangan teshigi bosimning suyuqlik oqqanida yuzaga keladigan pasayishini ko'rsatuvchi qarshilik hosil qiladi.

SHuning uchun bo'lma *b* dagi bosim *a* va *d* bo'lmalardagiga qaraganda dempferda bosimning yo'qolishiga teng miqdorda kamayadi. Hosil bo'lgan bosimlar farqi natijasida muvozanat buzilib, *d* va *g* bo'lmalardagi yuqori bosim ta'sirida plunjer yuqoriga ko'tariladi. Plunjer ko'tarilishi bilan *a* va *v* bo'shliqlar tutashib, suyuqlik bosim ostida *a* bo'sh liqdan *v* bo'shliqqa o'tadi va so'ngra bakka quyiladi. Plunjerning ko'tarilishi muzozanat boshlanguncha, ya'ni *d* va *g* bo'lmalardagi bosimlar yig'indisi prujina zo'riqishi va bo'lma *b* dagi suyuqlik bosim kuchlari yig'indisiga tenglashguncha davom etadi.

Plunjer muvozanatlashganidan so'ng *a* bo'shliqdagi suyuqlik bosimi o'zgarmas saqlanadi, oz miqdorda suyuqlik dempfer va ochiqshar servoklapan orqali *a* bo'shliqdan *v* bo'shliqqa oqib turadi.

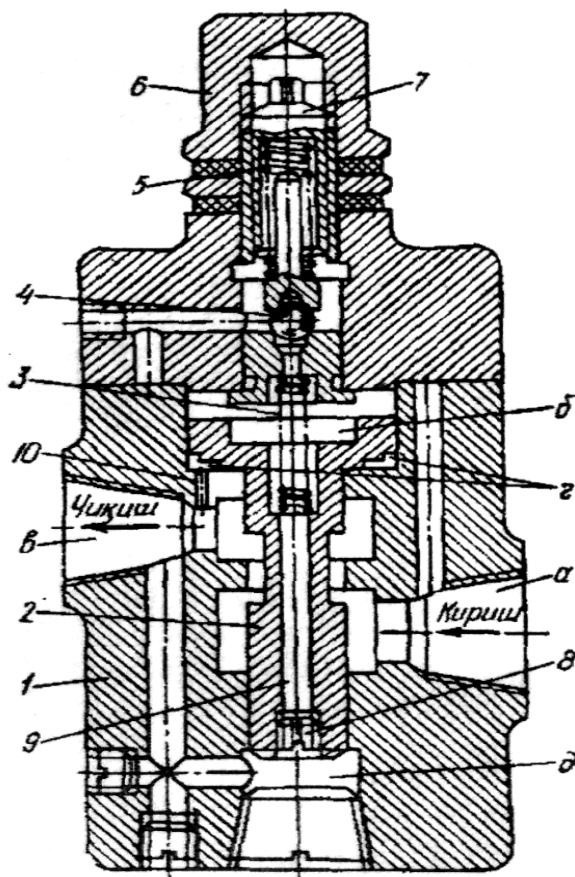
Agar *a* bo'shliqdagi bosim biror sababga ko'ra orta boshlasa, *d* va *g* bo'lmalar tomonidan plunjerga bosim ortib, kuchlar muvozanati buziladi. Plunjer ko'tariladi. Korpus va plunjer cheti orasidagi tirqishning kesimi ortadi. Bu esa *v* bo'shliqda suyuqlik oqimining ortishi va *a* bo'shliqda bosimning kamayishiga olib keladi. Yana muvozanat holati tiklanguncha bosim kamayishda davom etadi. Bo'lma *a* da bosim kamaysa, prujina 5 shar servoklapanni berkitib, *b* bo'shliqdan suyuqlik oqishini to'xtatadi, so'ngra *b*, *g*, *d* bo'lmalarda bosim to'g'rilanib, prujina 3 plunjer 2 ni bo'shatadi va klapan berkiladi.

Klapanni boshqarish, vint 7 yordamida, prujina 5 da zo'riqishni o'zgartirish yo'li bilan bajariladi. G-52 turdagi klapan yuqori sezgirlik, tebranishsiz va shovqinsiz barqaror ishlashi bilan farq qiladi, chunki dempfer siqilgan prujina energiyasini yutib, plunjer harakatini tormozlaydi. Saqlagich klapanlar ishini ko'rib, ular moslangan bosimda yopilib, klapandan chiqishda yuqori bosim bo'lganda ochiladigan to'g'ri harakatli klapanlar-dir degan xulosaga kelish mumkin.

17.5. Reduksion klapanlarning tuzilishi va ishlash printsipti.

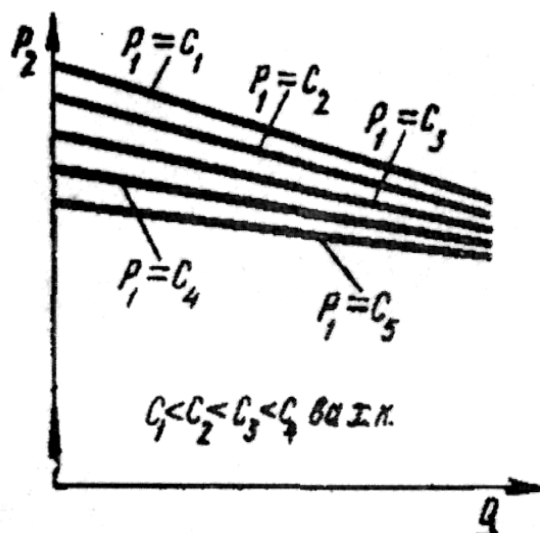
Bosimni kamaytirish uchun *reduksion klapanlar* ishlatiladi. Bularning saqlagich klapanlardan farqi ulardan chiqishdagi bosim bosh-qaruvchi ta'siriga egaligidir, ya'ni bu klapanlar chiqishdagi bosim o'zgar-ganda ishlaydi. Reduksion klapan ishlaguncha uning plunjerini pruji-na ochiq holatda tutib turadi. Reduksion klapandan chiqishda bosim belgilangan qiymatdan ortib ketsa, suyuqlikning bosim kuchi klapan prujinasini siqadi va plunjer suyuqlikning klapandan o'tishini qiyin-lashtirib, berkilish tomoniga siljiydi. Plunjerning bu harakati klapan-dan chiqishda bosim kerakli miqdorga pasaygunicha davom etadi. 17.8-rasmda G-53 turdagi servoharakatli reduksion klapan ko'rsatilgan. U nasos hosil qilgan bosimdan past bosimni reduksiya qilish va ushlab turish uchun xizmat qiladi. Klapan korpus 1, plunjer 2, 3 va 5 prujina-lar, sharservoklapani 4 va qopqoq 6 dan tashkil topgan. Ish suyuqligi a bo'shliqdan berilib, v bo'lmadan chi-qariladi. Plunjerni kuchsiz prujina 3 quyi holatda ushlab turadi.

Markaziy teshikka dempfer 8 kiritilgan bo'lib, u orqali v bo'lma b bo'lma bilan doim tutashgan bo'ladi. Bo'lma g bo'lma v bilan dempfer 10 orqali tutashadi. SHarcha 4 prujina 5 bilan egarga siqib turiladi. Pruji-na 5 ning siqish kuchi vint 7 yordamida boshqarilishi mumkin. SHarcha 4 ga ta'sir qiluvchi suyuqlik bosimi prujina 5 moslangan kuch miqdoridan ortib ketguncha sharcha 4 egarga siqib turiladi. Bunda plunjer 2 prujina 3 ta'sirida quyi holatda ushlab turi-ladi. Plunjer quyi holatda bo'lganda a va v bo'shliqlar tutash bo'lib, suyuqlik klapandan bemalol oqib turadi va v bo'shliqdagi bosim nasos hosil qilgan bosimga teng bo'ladi. Klapan-dan chiqishdagi bosim kuchi prujina 5 ning kuchidan ortishi bilan shar-li klapan 4 ochilib, moy d bo'lmadan dempfer 8 orqali 6 bo'lмага o'tadi, so'ng-ra sharli klapan 5 orqali quyilishga ketadi. Dempfer 8 ning teshigi orqali suyuqlik oqib turganida bosim pasayadi, shuning uchun 6 bo'lmadagi bosim d va g bo'lmalardagiga qaraganda b (dempfer 8 dagi bosimning kamayish miqdoricha) kam bo'ladi. Natijada plunjer 2



17.8— rasm. G-53 turdagi servoharakatli reduksion klapan

ko'tariladi.



17.9– rasm. Reduksion klapan xarakteristikasi

Plunjer yuqoriga ko'tarilishi bi-lan suyuqlikning a bo'shliqdan v kame-raga o'tishini qiyinlashtiradi natijada a bo'shliqdagi bosim v bo'shliq-dagidan ortadi, g va d bo'lmalardagi bosim 8 bo'lmadagi bosim prujinasi 3 ning kuchidan ortib, plunjerning muvozanat holati boshlanadi.

Agar v bo'lmadagi bosim biror sababga ko'ra pasaysa, plunjer 2 ga ta'sir qiluvchi kuchlar muvozanati buziladi, chunki v bo'lma bilan tutashgan g va o bo'lmalar tomonidan plunjerga bo'lgan bosim kuchi kamayadi. Prujina 3 plunjer 2 ni pastga siqib, plunjerlarning chekkasi va korpus orasidagi tirqish yuzasini oshiradi, natijada v kameraga suyuqlik oqimi ortadi va muvozanat yana tiklanguncha bosim ortib

boradi. SHunday qilib, G-57 klapani nasosning kuch magistralidagi bosimdan kichik bosimni doimiy ushlab turadi.

Reduksion klapan xarakteristikasining ko'rinishi 17.9-rasmda tasvirlangan. Rasmdan ko'rinadiki, sarf ortganda reduktorga kirishdagi bosim qancha kichik bo'lsa, bosimning pasayish darajasi shuncha yuqori bo'ladi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Taqsimlagich qurilmalarining vazifasi nimalardan iborat?
2. Sozlash qurilmalari nima uchun xizmat qiladi?
3. Tekshirish qurilmalarining vazifasi nimalarni o'z ichiga oladi?
4. Taqsimlagich qurilmalarini turlarini tushintiring?
5. Klapanlarning vazifasi va turlari xaqida ma'lumot bering?

TAYANCH IBORALAR:

Taqsimlagich, sozlash, tekshirish, tirgak klapan, pulunjerli klapan, defferintsial klapan, reduksion klapan, saqlagich klapan, klapanlar, purjina, bosim, moment, gidrouzatma, teshik, sarf, suyuqlik, korpus, sistema, gidravlik muozanat, reduktor, dempfer, sharcha, qurilmalar, zo'riqish.

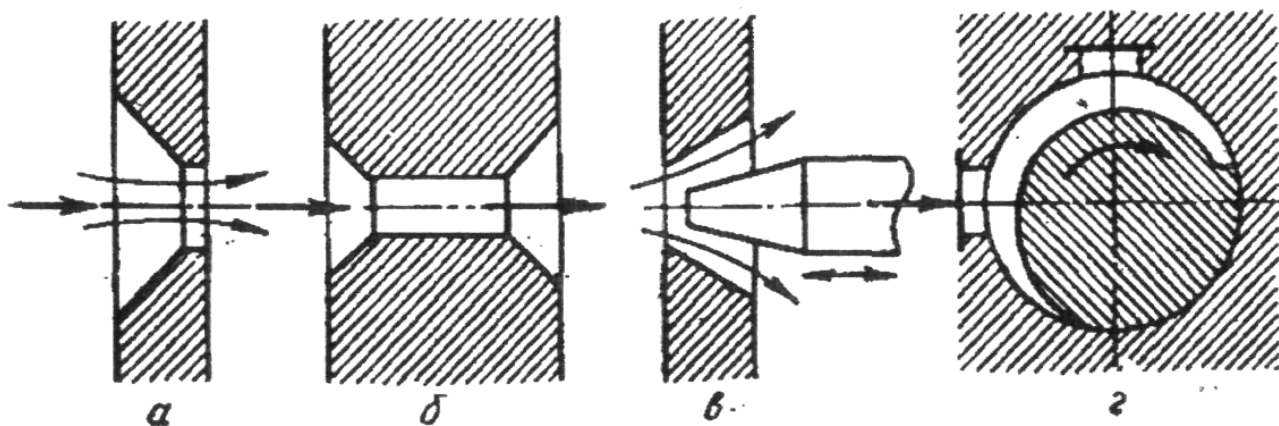
18-MA'RUZA: DROSSEL QURILMALARI.

REJA:

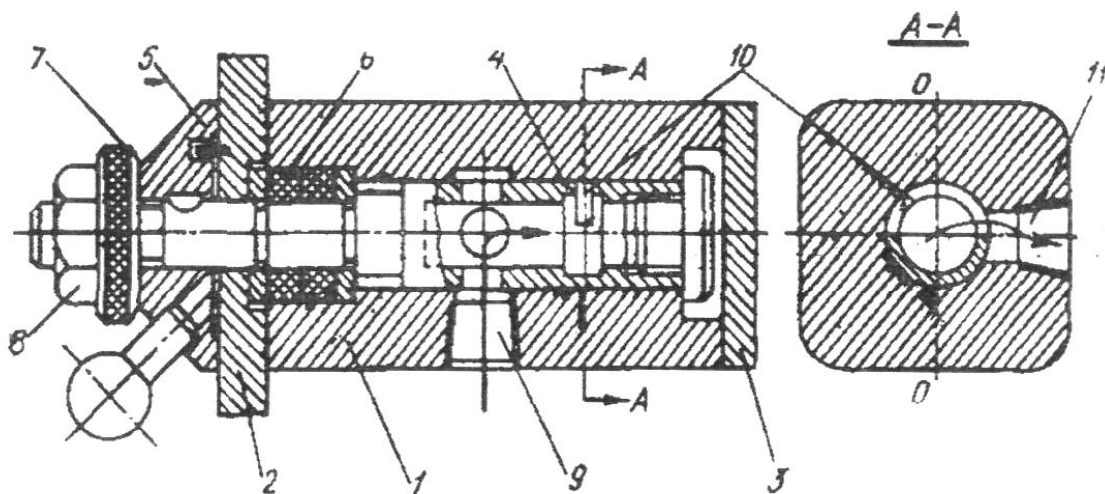
- 18.1 Drossel qurilmalarning vazifasi, ishlash printsipi va xarakteristikasi
- 18.2 Fil trlar
- 18.3 Hidroakkumulyatorlar
- 18.4.Gidrochiziqlar

18.1. Drossel qurilmalarning vazifasi, ishlash printsiipi va xarakteristikasi

Gidrouzatmalarda drossel qurilmalar suyuqlik sarfini chegaralash va boshqarishi uchun qo'llaniladi hamda gidravlik qarshilik ko'rinishida bo'ladi. Boshqarilmaydigan gidravlik qarshilik yoki gidravlik dempferlar va boshqariluvchi gidravlik qarshiliklar (drossellar) drossel qurilmalar bo'lishi mumkin. Gidravlik dempferlardan gidroapparatlarning turli elementlari hamda qurilmalarida suyuqlikni turli tebranma va boshqacha beqaror harakatlari holida tormozlovchi (drossel-lovchi), ya'ni gidrouzatma apparatlari va mexanizmlarini barqarorlovchi sifatida foydalaniladi.



18.1– rasm. Drossellar

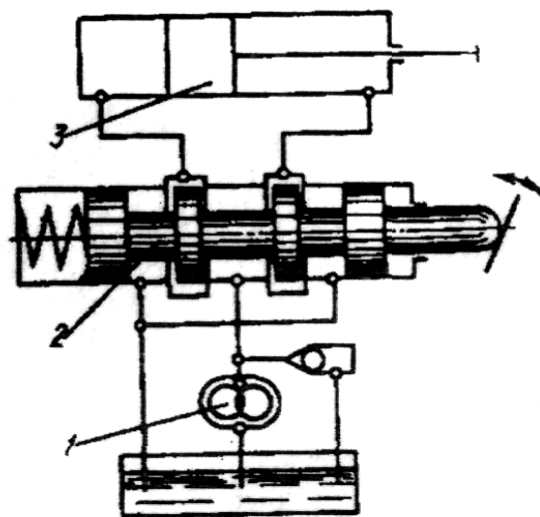


18.2– rasm. G-77 turdagi boshqariladigan drossel qurilmasi

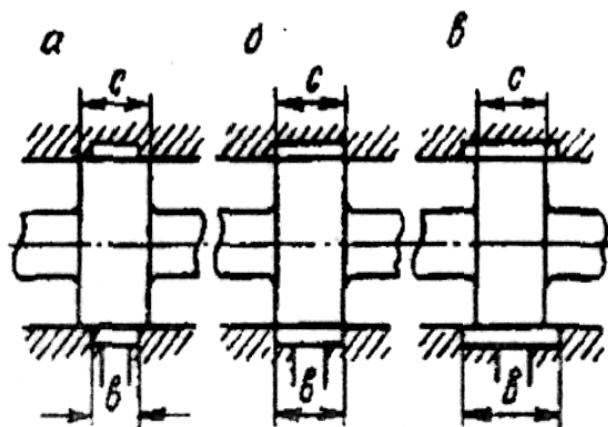
Drossellar (18.1- rasm) suyuqlik sarfini o'tkazish kesimini o'zgartirish yo'li bilan boshqarishga mo'ljallangan. Hidrouzatmalarni drosselli boshqarish kichik quvvatli gidrodvigatellar tezligini boshqarishning eng ko'p tarqalgan turlaridan biridir.

Suyuqlik drossel tirqishidan o'tganda uning energiyasini bir qis-mi tirqish qarshiligini yengishga sarf bo'ladi, natijada gidrodvigatelning tezligi kamayadi. Drosselli boshqa-rishda berilayotgan energiya gidrodvi-gatelni berilgan tezlikda harakat qildirishga sarf bo'ladigan energiya-dan ortiq bo'ladi. Boshqariladigan tirqishining shakliga qarab drossel-lar tirqishli va ariqchali bo'ladi (18.10-rasm, v, g).

18.2-rasmda G-77 turidagi dros-sel ko'rsatilgan bo'lib, u korpus 1, oldingi qopqoq 2, orqa qopqoq 3, drossel 4, limba 5, tig'izlagich 6, shkala 7, gayka 8 dan iborat. Dros-selga suyuqlik teshik 9 orqali kelib, tirqish 10 dan o'tib, 11 te-shikdan chiqib ketadi.



18.3– rasm. Zolotnikli boshqaruvchi drossel qurilmasi



18.4– rasm. Zolotnik belbog'ining tuynik enini berkitish sxemasi.

Drossel 4 tirqishining 0 — 0 o'qiga nisbatan hosil qilgan bur-chagiga qarab tirqishning o'tkazuvchi kesimi o'zgaradi, natijada drossel-dan o'tuvchi suyuqlikning sarfi yo ortadi, yo kamayadi.

Drossel moslanganda gayka 8 drossel 4 ning bimalol buralishi uchun chekkaga siqiladi. Keraklixa moslangan va barqarorlangan tirqish kesimi limba 5 ga siqib qo'yiluvchi gayka 8 bilan mahkamlanadi.

Drossel qurilmalar sifatida ish tuynugi kesimini o'zgartirish hisobiga Quvurlardagi suyuqlik tezligini o'zgartirishga imkon beruvchi maxsus zolotnikli (18.3-rasm) boshqaruvchi

drossellar ham ishlatiladi.

Boshqaruvchi zolotnik 2 da suyuqlik ikki marta drossellanadi. Suyuqlik nasos 1 dan zolotnikka bosim ostida kiradi. Zolotnik neytral holatdan siljib qolgan bo'lsa, unda gidrodvigatel 3 ning kirish va chiqish qismida 2 ta tuynuk hosil bo'ladi. Bu tuynuklar orqali suyuqlikning drossellanishi, energiyaning yo'qotilishi va, demak, bosimning kamayishi davom etadi. Ideal boshqaruvchi zolotnikda plunjer belbog'chasining eni drossellovchi tuynuk eniga teng bo'lishi kerak (18.4- rasm, b). Ammo amalda sezgirlikni oshirish uchun zolotnik suyuqlikni o'tkazuvchi qilib quriladi (3.46-rasm, v). Bunday zolotniklar belbog'ining eni tuynuk enidan bir necha mikronga kichik bo'ladi. Bir necha mikronli ko'p yopuvchi zolotniklar ham qo'llaniladi. Ko'p yopuvchi zolotniklarda (3.46-rasm, a) neytral holatda, suyuqlikni qo'yib yuborish ancha kamayadi, lekin sezgirmaslik zonasi kattalashadi.

18.2. Filtrlar

Filtrlar moylarni ifloslanishdan saqlash va turli aralash-malardan tozalash uchun qo'llaniladi. Gidrouzatmalarda, odatda, havo va moy filtrlari o'rnatiladi.

Havo filtri moyni atmosferadan chang tushishidan saqlaydi, moy filtri esa moyga ish qismlarning sirtidan tushgan changsimon zar-rachalardan tozalaydi. Moy filtri, odatda, sistemaning bosim chizig'ida o'rnatiladi, chunki filtri so'rish chizig'iga qo'yilsa, gidravlik bosimni oshirib yuboradi. Gidrouzatma sistema-sida kesimi millimetrning ulushlari-ga teng, suyuqlik o'tuvchi ariqchasi bo'lgan qurilmalar ko'p. Bunday tor yo'lakchalarda obliteratsiya hodisasi sodir bo'ladi va gidravlik qarshilik ortadi. Agar suyuqlikda aralashmalar bo'lsa, u yo'lakchalarning ifloslanishiga olib keladi hamda qattiq zarralar moy bilan birga nisbiy harakatlanuvchi sirtlar orasidagi tor bo'shliqqa (masalan shtok bilan tsilindr orasidagi o'lchami 4—6 mkm bo'lgan oraliqqa) tushib, tekislangan sirtning buzilishiga olib keladi va sistemaning ishini yomonlashtiradi. SHunday qilib, ish suyuqligi tashqaridan tushgan aralashmalar (metall zarralar va moyning oksidlanish mahsuli) bilan ifloslangan bo'ladi.

Moyni ifloslovchi zarralar juda mayda bo'lib, 10 mikrondan oshmaydi, shuning uchun ular sistemada moy harakatlanganda cho'kmaydi. balki faqat cho'ktirgichlarda stoks qonuni bo'yicha cho'kadi. Suyuqlikda aralashmalarining miqdori GOST 6370—59 bo'yicha 0,005% dan oshmasligi kerak, bundan ortig'ini yo'qotish uchun filtrlardan foydalaniladi.

Havo filtrlari tsilindr shaklida o'ralgan av 1 sm yuzada 1000 ta teshiq bo'lgan to'rdan iborat. To'r sirtiga moy qatlami chaplangan bo'lib, chang zarralari unga o'tirib qoladi. Filtrning ishlash vaqti mashina ishlayotgan joydagi atmosferaning ifloslik darajasiga bog'liq. Filtrni tozalash, odatda, har mavsumda amalga oshiriladi, masalan, qishdan yozga o'tishda yoki aksincha.

18.5-rasmda plastinkasimon sodda filtri tasvirlangan. Keyingi vaqtlarda tegishli metall sharlaridan tayyorlangan metall-keramik filtrlar ishlatilmoqda.

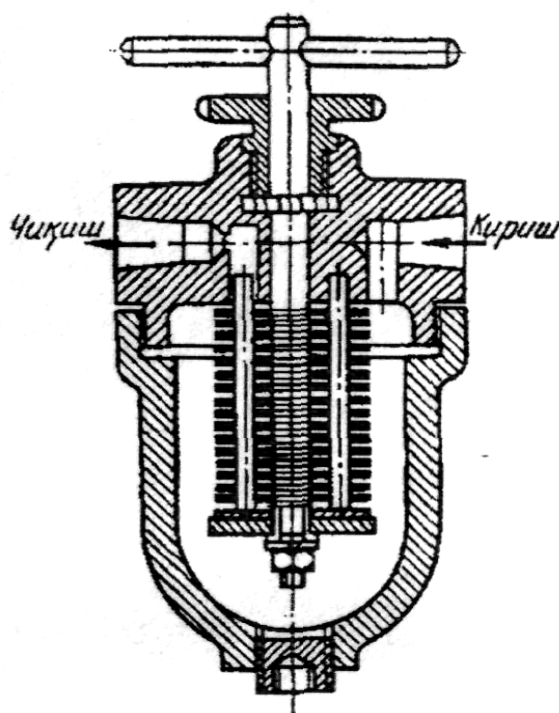
SHarlarning kattaligi va materialini tanlash suyuqlikning ximiyaviy xossalari, mo'ljallangan ifloslik holati, is-siqlik hamda bosimga bog'liqdir. Bunday filtrlardan o'tuvchi zarralar-ning eng katta diametri quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$d = 0,155 D,$$

bu yerda D —filtrdagi sharlarning diametri.

Bunday filtrlar kattaligi 0,5 mkm bo'lgan zarralarni tutib qola oladi.

Filtri g'ovaklarining o'lchami kichik bo'lgani uchun ularning gidravlik qarshiligi



18.5—rasm. Plastinkali sodda filtri

bosim farqiga chiziqli bog'liq bo'ladi, qarshilik koeffitsienti esa R_e soniga teskari proporsional bo'ladi.

18.3. Gidroakkumulyatorlar

Gidrouzatma-ning yaxshi ishlashi uchun gidrodvigatelning eng katta sarfiga mos nasos yoki gidroakkumulyator tanlash zarur. Yuqori unumdorlikka ega bo'lgan nasosni qo'llash qisqa vaqt oralig'ida o'rinli bo'lib, qolgan vaqtda ortiq-cha suyuqlik quyish bakiga chiqarib yuborilishi kerak. Agar nasosning so'rishi (sarfi) gidrosistema sarfidan ortiq bo'lsa, suyuqlik bosim ostida gidroakkumulyatorga to'planadi, agar sarf kamaysa, akkumulyator to'plagan suyuqligini sistemaga qaytarib beradi. Gidroakkumulyatorni qo'llash nasos FIK ni oshirish, nasos hosil qilgan bosim pul satsiyasini yo'qotib, gidrodvigatelning tekis ishlashini ta'minlash uchun zarur. Gidroakkumulyatorlar pnevmatik, yukli va prujinali bo'lishi mumkin. Pnevmatik gidroakkumulyatorlar eng ko'p tarqalgan.

Nasos ta'minlay olmaydigan yuqori bosim olish uchun gidromul tiplikatorlar qo'llaniladi. Katta diametrli tsilindrga suyuqlik bosim ostida berilganda kichik diametrli tsilindrdagi plun-jerning harakati natijasida yuzalar nisbatiga teng miqdorda kattalashgan bosim olish mumkin.

Bu bosimning nazariy qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$P_2 = P_1 \frac{D^2}{d^2},$$

bu yerda R_1 —katta tsilindrdagi (nasos hosil qilgan) bosim; D — katta tsilindr diametri; d — kichik tsilindr diametri

Mul tiplikatorlar nasos bilan yuqori bosim hosil qilish kerak bo'lgan qism orasiga o'rnatiladi.

18.4. Gidrochiziqlar

Gidrochiziqlarni loyihalashda ularni gidravlik zarbadan saqlash masalasi muhim o'rin oladi. Buning uchun nasoslar, gidromotorlar bosh-qaruvchi va saqlagich qurilmalar ish tartibini kuch Quvurlari va bo'sha-tuvchi Quvurlarga moslash kerak. SHuni aytish kerakki, noto'g'ri hisoblangan va loyihalangan (yoki qurilgan) gidrosistema qattiq shovqin man-bai bo'lib, kishilar sog'lig'iga salbiy ta'sir qiladi. Ko'p hollarda keskin shovqin gidrosistemada kamchilik borligining belgisidir. SHovqinning sabablari kavitatsiya, gidravlik zarba, havoning biror yerda tutilib qolishi va ilgarilama - qaytma harakat qiluvchi qismlarda massaning notekis taqsimlanishidan iborat bo'lishi mumkin. SHovqinni yo'qotish-ning asosiy yo'li yuqorida aytilgan kamchiliklarni yo'qotishdan iborat. Yo'qotib bo'lmaydigan shovqinlar faqat gidrosistemani kam tovush o'tkazuvchi materiallar bilan o'ralgan inshootlarda joylashtirish yo'li bilan yo'qotiladi yoki kamaytiriladi.

Sodda bir harakatli tsilindrli gidrouzatma bakining hajmi $V_b = (5 \div 6)V_{ts}$ ga teng qilib olinadi. Aslida bakning hajmi gidrosis-temaning suyuqlik sig'dira olishi, gidroakkumulyatorlarni to'ldirish va bo'shatishni, boshqa sig'implarni ham to'ldirish va bo'shatishni, suyuqlik hajmining temperatura ta'sirida o'zgarishini nazarda tutgan holda hisoblanadi. Yuz berishi mumkin bo'lgan oqib ketishlarning o'rnini to'latish uchun zapas hajm nazarda tutilgan bo'lishi kerak (bakning havoli hajmi uchun 10÷15% qo'shiladi).

Baklar kavsharlab, parchin mixlab tayyorlangan, ichki sovitgichli, qopqog'ida biror yordamchi qurilma o'rnatilgan bo'lishi mumkin. Bakning ichida qabul qiluvchi va quyuvchi qismlarini ajratuvchi to'siq bo'lib, tindirishni osonlashtiradi. Bakning tubida drenaj teshiklari bo'lishi mumkin. Ish sharoitiga qarab qattiq va egiluvchan Quvurlar

qo'llaniladi. Ko'pincha choksiz po'lat Quvurlar, ba'zan alyuminiy va cho'yan qotishmali Quvurlar qo'llaniladi. Quvurlarning tugunlar va bo'laklarga tutashgan qismlari mustahkam va germetik bo'lishi zarur. Hozirgi zamon gidro-uzatmalarida plastmassa va shisha tolalardan tayyorlangan Quvurlar ham ishlatiladi.

NAZORAT SAVOLLARI:

- 1) Taqsimlagich qurilmalar, ularning vazifalari, guruhlanishi, ishlash printsipi va asosiy turlari haqida ayting
- 2) Ishlash printsipi, tuzilishi va xarakteristikalarini tushuntiring
- 3) Drossel qurilmalarning vazifasi, ishlash printsipi va xarakteristikasi haqida ayting
- 4) Filtrlar haqida tushuntiring
- 5) Gidroakkumulyatorlar haqida tushuntiring
- 6) Gidroxizirlar haqida tushuntiring

TAYANCH IBORALAR:

Taqsimlagich qurilmalar, gidrouzatma, suyuqlik oqimlari, zolotnikli taqsimlagichlar, oqim yo'nalishini o'zgartirish, kerakli bosim hosil qilish, klapanlar, tirgak, saqlagich va reduksion klapanlar, germetiklikni ta'minlashi, drossel qurilmalari, suyuqlik sarfi, chegaralash, gidravlik qarshilik, gidravlik demperlar, havo filtri, moy filtri, so'rish chizig'i, gidravlik bosim, obliteratedsiya hodisasi, pnevmatik, yukli va prujinali gidroakkumulyatorlar.

Amaliy mashg'ulot mavzulari

Gidrostatik.

1. Gidrostatik bosim.

Gidrostatika – suyuqliklarning muvozanatdagi qonunlarini o'rganuvchi gidravlika bo'limidir.

Gidrostatika bosim kuchining – F yuzaga - ϖ nisbati o'rtacha gidrostatik bosim deb ataladi.

$$P = \frac{F}{\varpi}$$

Agar ϖ - yuzani kichraytirib borib nolga intiltirsak ($\varpi \rightarrow 0$) biror chegara qiymatga intiladi va bu qiymat nuqtadagi gidrostatik bosim deb ataladi:

$$P = \lim \frac{F}{\varpi}$$

Muvozanatdagi suyuqlik bosimi quyidagi xossalarga ega:

1. Gidrostatik bosim kuchi o'zi ta'sir qilayotgan yuzaga (perpendikulyar) tik va ichkari tomon yo'nalgan.

2. Gidrostatik bosim hamma yo'nalishda bir xil qiymatga ega.

3. Nuqtadagi gidrostatik bosim faqat shu nuqta koordinatalariga bog'liqdir, ya'ni:

$$P = f(x, y, z)$$

1.1. Gidrostatik bosim o'lchov birliklari

Texnikada quyidagi o'lchov birliklaridan foydalaniladi:

1. Kuch birliklarining yuza birliklariga nisbati:

$$\frac{N}{m^2}, \quad \frac{kGk}{sm^2}, \quad 1 \frac{N}{m^2} \quad 1Pa(Paskal)$$

2. Suyuqlik ustunining balandliklari:

m suv ustuni, mm simob ustuni.

3. Texnik sistemalarda: texnik atmosfera – at (atm. bar)

Quyidagi jadvalda bosim o'lchov birliklari orasidagi nisbat keltirilgan:

Birlikl ar	Pa	Bar	KGk sm	mm sim. ust	mm suv ust
1 Pa	1,0	10	1,02x10	7,5x10	0,10
1 Bar	10	1,0	1,02	7,5x10	1,02x10
1 kGk/sm	9,81x10	0,981	1,0	735	10
1 mm sim. Ust	133	1,33x10	1,36x10	1,0	13,6
1 mm suv. ustuni	9,81	9,81x10	10	7,35x10	1,0

1.2. Gidrostatikaning asosiy tenglamasi

Gidrostatikaning asosiy tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma}$$

Bu yerda: z – nuqtaning koordinatasi;

$\frac{P}{\gamma}$ - pezometrik balandlik.

Yuqoridagi tenglamaga (1.1) gidrostatikaning asosiy tenglamasi deyiladi.

1.3. Gidrostatika asosiy tenglamasining natijalari

I. Teng bosimli sirt ($P = \text{const}$) gorizontal tekislikdir. $dp = -\gamma dz$ ga, $P = \text{const}$ to'g'ri bo'lsa, $dz = 0$ ga ega bo'lamiz. Uni integrallasak $z = \text{const}$ bo'ladi. Bu esa gorizontal tekislikning tenglamasidir.

Demak, muvozanatdagi bir xil suyuqlikdan o'tkazilgan gorizontal tekislikning hamma nuqtalarida bosim bir xil bo'ladi.

I. Ixtiyoriy nuqtadagi bosimni aniqlash. Buning uchun gidrostatikning asosiy tenglamasini yozamiz:

$$Z_1 + \frac{P_A}{\gamma} = z_2 + \frac{P_0}{\gamma}$$

Bu yerda: z – ixtiyoriy nuqtaning koordinatasi;

P – ixtiyoriy nuqtadagi bosim;

Z – suyuqlik sathining koordinatasi;

P – suyuqlik erkin sirtidagi bosim bo'lib, tashqi bosim deb yuritiladi.

Yuqoridagi tenglamadan ixtiyoriy nuqtadagi bosim quyidagicha aniqlanadi:

$$P_A = P_0 + \gamma(z_2 - z_1)$$

$z_2 - z_1 = h$ deb belgilab,

$$P_A = P_0 + \gamma h$$

Bu yerda: P - atmosfera bosimi bo'lib, amaliy ishlarda miqdori 1 at yoki 10 Pa deb qabul qilinadi.

II. Suyuqlikda bosimning uzatilishi. Suyuqlikka tashqaridan berilgan bosim suyuqlikning hamma nuqtalariga bir xil miqdorda uzatiladi (Paskal qonuni).

Gidrostatikaning asosiy tenglamasidan:

$$Z_1 + \frac{P_2}{\gamma} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma}$$

Birinchi nuqtaning bosimini ΔP_2 - miqdorga o'zgartiramiz, u holda ikkinchi nuqtaning bosimi qandaydir ΔP_2 - o'zgaradi, u holda

$$Z_1 + \frac{P_1 + \Delta P_1}{\gamma} = Z_2 + \frac{P_2 + \Delta P_2}{\gamma}$$

(1.3) formuladan $\Delta P_1 = \Delta P_2$ bo'ladi, demak bosim bir xil miqdorga o'zgaradi.

III. Tutash idishlar qonuni. Tutash idishlarga har xil suyuqlik quyilgan bo'lsa, u holda suyuqliklarni ajratuvchi tekislikdan yuqoridagi suyuqlik zichligiga teskari proporsionaldir.

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{P_2}{P_1}$$

MN – suyuqliklarni ajratuvchi tekislik bo'lib, birinchi (I) natija asosida teng bosimli sirt bo'ladi, ya'ni $P_c = P_v$

(1.2) formula asosida

$$P_1 = P_a + \gamma_1 h_1; \quad P_B = P_a + \gamma_2 h_2 \text{ bo'ladi.}$$

Ma'lumki, $P_C = P_B$, u holda $\gamma_1 h_1 = \gamma_2 h_2$ yoki $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1}$; $\gamma_1 = P_1 g$,

$$\gamma_2 = P_2 g \text{ deb olsak } \frac{h_1}{h_2} = \frac{P_2}{P_1}$$

1.2 Manometrik va vakuummetrik bosimlar

Amaliyotda bosimni xarakterlash uchun manometrik va vakuummetrik bosim tushunchalaridan foydalaniladi.

Agar ixtiyoriy nuqtadagi bosim, atmosfera bosimidan yuqori bolsa $P_A > P_a$, atmosfera bosimidan yuqori bo'lgan qismiga manometrik bosim deyiladi va quyidagicha hisoblanadi:

$$P_M = P_A - P_a$$

bu erda: P_M - manometrik bosim;

P_a - atmosfera bosimi.

Manometrlar – manometrik bosimni o'lchaydi.

Agar ixtiyoriy nuqtadagi bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lsa, $P_A < P_a$ atmosfera bosimigacha bo'lgan bosimga vakuummetrik bosim deyiladi va quyidagicha hisoblanadi:

$$P_v = P_a - P_A$$

bu yerda, P_v - vakuummetrik bosim.

Vakuummetrlar - vakuummetrik bosimni o'lchaydi.

Masalalarni yechishga doir ko'rsatma:

1 – masala. Benzin bilan to'ldirilgan bak, quyoshda $50^\circ C$ gacha harorati ko'tariladi. Agar bak absolyut qattiq deb qaralsa benzinning bosimi qanchaga o'zgaradi? Benzinning boshlang'ich harorati $20^\circ C$, hajmiy siqilish koeffitsiyenti $\beta_\sigma = \frac{1}{1300} \frac{1}{MPa}$; issiqlikdan kengayish harorat

koeffitsiyenti $\beta_t = 8 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$.

Yechimi:

Siqilish va haroratdan kengayish formulalaridan foydalanib quyidagilarni yozamiz:

$$\beta_\sigma = \frac{W_1}{W} \cdot \frac{1}{P_1} \rightarrow \frac{W_1}{W} = \beta_\sigma P_1$$

$$\beta_t = \frac{W_1}{W} \cdot \frac{1}{t_1} \rightarrow \frac{W_1}{W} = \beta_t t_1$$

Tenglamani o'ng tomonlarini tenglashtirib, o'zgargan bosim miqdorini aniqlaymiz:

$$\beta_\sigma P_1 = \beta_t t_1$$

$$P_1 = \frac{\beta_t}{\beta_\sigma} \cdot t_1 = 312 \cdot 10^5 Pa$$

2-masaka viskozometr yordamida aniqlangan qovushqoqlik $8,5^0 E$ ni tashkil etadi. Agar neft zichligi $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$ bo'lsa uning dinamik qovushqoqligini hisoblang. ychish:

1. Neftning kinematik qovushqoqligini Ubelolodening empirik formulasidan topamiz:

$$\nu = (0,0731^0 E - 0,0631 / ^0 E) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{c} = 0,0731 \cdot 8,5 - 0,0631 / 8,5 = 0,614 \text{ cm} = 0,614 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{c}$$

2. Olingan natijalarni nazorat formulalaridan tekshiramiz.

$$^0 Y = 24 \nu \left[2,3 \lg \frac{c_1 - \nu}{c_2 - \nu} + \frac{1}{\nu} (c_1 - c_2) \right] \quad (1)$$

Bu yerda $c_1 = \sqrt{\nu^2 + 0,0294} = \sqrt{0,614^2 + 0,0294} = 0,635$

$$C_2 = \sqrt{\nu^2 + 0,0166} = \sqrt{0,614^2 + 0,0166} = 0,626$$

3. Topilgan qiymatlarni (1) ga qo'ysak quyidagini topamiz:

$$^0 E = 24 \cdot 0,614 \left(2,3 \lg \frac{0,635 - 0,614}{0,626 - 0,614} + \frac{0,635 - 0,626}{0,614} \right) = 8,5$$

$$\nu = 6139 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{c}$$

4. Neftning dinamik qovushqoqligi

$$\mu = \nu \cdot \rho = 0,614 \cdot 10^{-4} \cdot 850 = 0,052 \text{ Pa} \cdot \text{c} = 0,52 \text{ Pa}$$

Bu yerda P – puaz

3-masala Agar simobli manometr ko'rsatishlari $h_2 = 0,15 \text{ m}$ va $h_3 = 0,8 \text{ m}$ ni ko'rsatsa, idishdagi bosim P_0 va trubka 1 dagi suv satxi ko'tarilishi balandligini h_1 ni aniqlang.

yechish:

1. Simobli manometr uchun muvozanat sharti quyidagicha yoziladi:

$$P_{\text{атм}} = \rho_{\text{снм}} g h_2 + \rho_{\text{св}} g h_3 + P_0$$

Bu yerda $\rho_{\text{снм}}$ – simob zichligi

$P_{\text{св}}$ - suvning zichligi shundan kelib chiqqan holda

$$P_0 = P_{\text{атм}} - g (\rho_{\text{снм}} h_2 + \rho_{\text{св}} h_3) = 9,81 \cdot 10^4 - 9,81 (13600 \cdot 0,15 + 1000 \cdot 0,8) = 7 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

Shunday qilib idishdagi vakuum

$$P_{\text{вак}} = P_{\text{атм}} - P_0 = 9,81 \cdot 10^4 - 7 \cdot 10^4 = 2,81 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 28,1 \text{ kPa}$$

Trubka 1 ning muvozanat sharti

$$P_0 + \rho_{\text{св}} g h_1 = P_{\text{атм}}$$

$$\text{Bundan } h_1 = \frac{P_{\text{атм}} - P_0}{\rho_{\text{св}} g} = \frac{9,81 \cdot 10^4 - 7 \cdot 10^4}{1000 \cdot 9,81} = 2,9 \text{ m}$$

4-masala Suv ta'minoti va kanalizatsiyalarda ishlatiladigan turbalarning minimal dinametri $d = 12 \text{ mm}$, maksimal dinametri esa $d = 3500 \text{ mm}$.

Bu trubalarda suvning xarakat tezligi $\mathcal{G} = 0,5 \div 4 \text{ m/c}$

Бундай трубопроводларда максимал va minimal Ryenolds soni hamda suvning oqish ryejimini aniqlang.

Yechish:

Suv taminoti va kanalizatsiyalarda suvning temperaturasi dan 30^0 gacha o'zgarib turadi.

Kinematik qovushqoqlik

$$\nu_{0^{\circ}C} = 1,78 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{c}$$

$$\nu_{30^{\circ}C} = 0,81 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{c}$$

Minimal Ryenolds soni

$$d = 0,012 \text{ m}, \quad g = 0,5 \text{ m/c} \quad \text{ba}$$

$$\nu_{0^{\circ}C} = 1,78 \cdot 10^{-6} \text{ bo'lganda}$$

$$Re_{min} = \frac{g \cdot d}{\nu} = \frac{0,5 \cdot 0,012}{1,78 \cdot 10^{-6}} = 3370$$

Maksimal Ryenoldis soni

$$Re_{max} = \frac{4 \cdot 3,5}{0,81 \cdot 10^{-6}} = 172260000$$

Maksimal Ryenoldis soni qiymati $Re_{xp} = 2000$ dan katta bo'lgani uchun suv ta'minoti va kanalizatsiyalardagi suvning xarakter ruyjimi doimo trubulent boladi.

5-masala. Markazdan qochma 1 nasosni to'ldirish uchun vakuum nasos 2 o'rnatilgan.

Agar markazdan qochma nasos korpusining ustki qismi ryezervuardagi suv satxidan $h = 3,5 \text{ m}$ masofada turadi va qanday vakuum hosil bo'ladi.

Yechish:

$$P_{atm} - P_{a6c} = P_{bak} = \rho g H$$

P_{a6c} – bu yerda nasos korpusiga suv qo'yilgandan keyingi sirtidagi absolyut bosim

$$P_{bak} = 1000 \cdot 9,81 \cdot 3,5 = 34,3 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 34,3 \text{ kPa}$$

6 – masala. Diametri $D = 2,0 \text{ m}$ ga teng bo'lgan silindrsimon bakka $H = 1,5 \text{ m}$ gacha suv va benzin quyilgan. Pezometrdagi suv sathi benzin sathidan $h = 300 \text{ mm}$ past. Bakdagi benzin og'irligini aniqlang, benzin zichligi $\rho = 700 \text{ kg/m}^3$ (1 - rasm).

Yechimi;

1. Hidrostatika asosiy tenglamasining 1 – natijasiga A nuqtadagi bosim

$$P_A = P_a + \rho_6 g h_1 + \rho g h_2$$

$$P_A = P_a + \rho g (H - h)$$

Tenglamaning o'ng tomonlarini tenglashtirib, h ni aniqlaymiz:

$$\rho_6 g h_1 + \rho g h_2 = \rho g (H - h)$$

Ma'lumki,

$$h_1 + h_2 = H; \quad h_2 = H - h_1$$

u holda

$$h_1 (\rho_6 g - \rho g) = \rho g h$$

$$h_1 = \frac{\rho g h}{\rho g - \rho_6 g} = \frac{\rho h}{\rho - \rho_6} = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,3 \text{ m}}{300 \text{ kg/m}^3} = 1,0 \text{ m}$$

2. Bakdagi benzin og'irligi:

$$G = p_6 g W = p_6 g \frac{d^2}{4} \cdot h_1 = 22 kH$$

3-masala. Idishdagi havoning absolyut bosimini aniqlash kerak, agar simobli asbobning ko'rsatishi $h=363$ mm, balandligi $h=1,0$ m bo'lsa. Simobning zichligi $P_c = 13600 kg/m^3$. Atmosfera bosimini 736 mm simob ustuniga teng.

Yechimi:

1. (1.2) formuladan C nuqtadagi bosim $P_c = P_a - P_c gh$

2. Suyuqlik sathidagi bosim

$$P_0 = P_c - pgH = P_a - pgh - pgH = 39952 kH/m^2 \approx 40 kPa$$

4 – masala. $H=5$ m chuqurlikka o'rnatilgan rezervuardagi absolyut bosimni aniqlash kerak, agar $h=1,7$ m balandlikda qo'yilgan vakuummetrning ko'rsatishi $P_v = 0,12 mPa$ bo'lib, atmosfera bosimi $h_a = 740 mm$ cimob ustuniga va benzin zichligi $P_b = 700 kg/m^3$ bo'lsa

Yechimi:

1. Ma'lumki, vakuummetr vakuummetrik bosimni o'lchaydi, u holda absolyut bosim quyidagicha aniqlanadi:

$$P_A = P_a - P_v$$

$$P_A = P_a - P_v = 0,8 at = 0,08 MPa$$

2. C nuqtadagi absolyut bosimni quyidagi rormula yordamida hisoblaymiz:

$$P_c = P_A + pg(H + h) = 1,26 at.$$

1. Idish tubidagi to'la gidrostatik bosimni toping. Idishning usti ochiq bo'lib, uning erkin sirtidagi bosim atmosfera bosimiga teng.

2. IXTIYORIY TEKIS SHAKLGA TA'SIR ETAYOTGAN GIDROSTATIK BOSIM KUCHI.

Ixtiyoriy tekis shaklga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchi, shakl og'irlik markaziga qo'yilgan bosimni shu shakl yuzasiga ko'paytmasiga teng:

$$F = P_c \cdot \omega$$

bu yerda: P_c — shakl og'irlik markaziga qo'yilgan bosim;

ω — shaklning yuzasi.

Nazariy mexanika kursidan ma'lumki, kuchni to'liq ifodalash uchun quyidagi elementlarni aniqlash kerak:

miqdori; yo'nalishi; qo'yilgan nuqtasi.

Kuchning miqdorini (2.1) formula yordamida, yo'nalishini gidrostatik bosimning xossasidan (II), (ya'ni gidrostatik bosim kuchi ta'sir etayotgan yuzaga tik yo'nalgan), aniqlaymiz.

Bosim markazini aniqlash

Kuchning qo'yilgan nuqtasi analitik usulda, Varinon teoremasidan foydalanib quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$z_D = z_C + \frac{J_0}{z_C \omega}$$

Bu yerda: z_D – kuch qo'yilgan nuqtaning koordinatasi; J_0 - inersiya momenti, z_c – og'irlik markazining koordinatasi.
 Hidrostatik bosim kuchi qo'yilgan nuqtaga bosim markazi deyiladi. Tekis shakl vertical holatda bo'lsa, bosim markazi quyidagicha aniqlanadi:

$$h_D = h_c + \frac{J_0}{h_c \omega}$$

Tekis shakl gorizontal holatda bo'lsa, bosim markazi bilan og'irlik markazi ustma – ust tushadi:

$$h_D = h_c$$

Endi (2.1), (2.2) va (2.3) formulalardan foydalanib masalalar yechish tartibini ko'ramiz:

1 – masala. Rezervuar qopqog'iga (AB) ta'sir etayotgan bosim kuchini va bosim markazini aniqlang, agar qopqoq o'lchamlari $a = 1,0$ m; $b = 1,2$ m; suyuqlik zichligi $\rho = 700$ kg/m³ va rezervuarga o'rnatilgan manometrning ko'rsatishi $P_m = 0,08$ Mpa; $N_0 = 1,5$ m boqlsa (1 rasm).

Yechimi:

2. Tekis shakl og'irlik markaziga qoyilgan bosimni aniqlaymiz:

(1.2) formuladan ixtiyoriy nuqtadagi bosim:

$$P_c = P_0 + \rho g h_c$$

bu yerda: P_0 – tashqi bosim, $P_0 = P_m + R_a$

U holda

$$P_c = P_m + P_a + \rho g \left(H_0 + \frac{a}{2} \right)$$

3. Tekis shakl yuzasini aniqlaymiz:

$$\omega = ba$$

4. Hidrostatik bosim kuchini (1.2) dan aniqlaymiz:

$$F = P_c \cdot \omega = \left[P_m + P_a + \rho g \left(H_0 + \frac{a}{2} \right) \right] \cdot ab$$

Berilgan qiymatlarni qo'yib, gidrostatik bosim kuchini hisoblaymiz:

$$F = \left[0,08 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2} + 10^5 \frac{N}{m^2} + 700 \frac{kg}{m^3} 9,81 \frac{m}{s^2} (1,5m + 0,5m) \right] \cdot 1,2m^2 = 232800N = 233kN$$

5. Bosim markazini aniqlaymiz:

$$h_D = h_c + \frac{J_0}{h_c \omega}$$

Bu yerda:

$$h_c = H_0 + \frac{a}{2}; \omega = ba; J_0 = \frac{ba^3}{12}.$$

u holda, berilgan qiymatlarni qo'yib h_D ni aniqlaymiz:

$$h_D = \left(H_0 + \frac{a}{2} \right) + \frac{ba^3}{\left(H_0 + \frac{a}{2} \right) 12ba} = 2 + \frac{1}{24} = 2,06m$$

Endi bosim markazini aniqlashni boshqa hollarda ham ko`ramiz.

1. Agar idish devori burchak ostida joylashgan bo`lsa z_D ni aniqlaymiz:

Bu erda: $H_0 = 1,5$

$a = 1,4$ m

$b = 1,2$ m

$\alpha = 60^\circ$ bo`lib, bosim markazini aniqlash kerak bo`lsin:

$$z_D = z_C + \frac{J_0}{z_c \omega}$$

u holda

$$h_D = z_D \cdot \sin \alpha = 2,17m$$

Bunday hollarda bosim markazini aniqlashning bir qulay usuli bor (Mazkur usul muallif tomonidan taklif qilingan). Burchak ostida joylashgan tekis shakl vertical tekislikka proyeksiyalanib, bosim markazi (2.3) formula bilan hisoblanadi:

$$h_D = \frac{J_0^1}{h_c \omega} + h_c$$

Bu yerda J_0^1 - tekis shakl proyeksiyasining inersiya momenti;

ω_1 — tekis shaklning vertical tekislikka proyeksiyasi.

U holda

$$h_D = 2,17m$$

Grafonalitik usul

Bu usulni yuqoridagi masala asosida tushuntiramiz:

1. Masshtab bilan bosim epyurasini (3 - rasm) chizamiz. A nuqtadagi bosim:

$$P_B = P_0 + pg(H_0 + \alpha)$$

2. Hidrostatik bosim kuchi bosim epyurasining hajmiga teng:

$$F = W_{B.E.} = \omega_{B.E.} b$$

Bu yerda: $\omega_{B.E.}$ — bosim epyurasining yuzasi, bizning misolda quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega_{B.E.} = \frac{(P_A + P_B) a}{2}$$

u holda gidrostatik bosim kuchi

$$F = \left(\frac{P_A + P_B}{2} \right) ab = \left(\frac{190,5 \cdot 10^3 + 198,4 \cdot 10^3}{2} \right) \cdot 1,2 \cdot 1 = 233kN$$

Bosim markazini aniqlash

Grafoanalitik usulda bosim markazini aniqlashda bir qulaylik bor. Chunki gidrostatik bosim kuchining ta`sir chizig`i bosim epyurasining og`irlik markazidan o`tdi. Demak, bosim markazini aniqlash uchun bosim epyurasining og`irlik markazini aniqlash kifoya. Bir

ko'rayotgan misolda nazariy mexanika kursidan ma'lum bo'lgan usuldan foydalanib, bosim epyurasining og'irlik markazini aniqlaymiz. Yuqorida ko'rilgan misolda bosim epyurasi trapesiya shaklida edi. Trapesiyaning og'irlik markazini quyidagicha topamiz:

1. Massstab bilan bosim epyurasi chiziladi
2. BK – kesmani olib, AL kesmasini to'ldiramiz, AL – kesmani lib, BK – kesmasini to'ldiramiz, natijada AK va KA kesmalarni hosil qilamiz.
3. A va K nuqtalarni tutashtiramiz.
4. AL – kesmasini o'rtasi M nuqtani, VK – kesasining o'rtasi N – nuqtani aniqlab, bu nuqtalarni tutashtiramiz.

AK va MN – chiziqlar kesishgan nuqtasi – C bosim epyurasining og'irlik markazi bo'ladi. Hidrostatik bosim kuchi C nuqtadan o'tib AB tomon bilan D nuqtada kesishadi, ya'ni D nuqta bosim markazi bo'ladi.

Masalalarni echishga doir ko'rsatma:

Masala. 1. Egiluvchan diafragmaning shtokiga qo'yilgan F kuchni aniqlang. Agar uning diametric $D = 200 \text{ mm}$ bo'lib, vakuummetr ko'rsatishi $P_B = 0,05 \text{ mPa}$, balandlik $h = 1,0 \text{ m}$ ga teng bo'lsa.

Yechimi:

1. C nuqtadagi bosim

$$P_c = pgh - P_B = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1\text{m} - 50\text{kPa} = -40\text{kPa}$$

2. Diafragmaning shtokiga qo'yilgan kuch.

$$F = P_c \omega = -40\text{kPa} \cdot 0,485D^2 = -1,26\text{kN}$$

Javobi: $F = -1,26 \text{ kN}$

3. Diametri $D = 80 \text{ mm}$ bo'lgan porshenning shtokiga qo'yilgan F kuchning minimum miqdorini aniqlang, agar klapan ga o'rnatilgan prujinadagi bikirlik kuchi $F_0 = 100 \text{ H}$ bo'lib, bosimi $P_2 = 0,2\text{mPa}$ bo'lsa (6 - rasm). Klapan teshigining diametri $d_1 = 10 \text{ mm}$, shtokning diametric $d_2 = 40 \text{ mm}$ va gidrosilindr shtoki tomonidagi bosim $P_1 = 1,0 \text{ mPa}$ ga teng deb qaralsin.

Yechimi:

1. Suyuqlik tomonidan klapan ga ta'sir etayotgan kuchni aniqlaymiz:

$$F = F_0 + P_2 S_1; \quad S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}.$$

U holda

$$F = F_0 + P_2 \cdot 0,785d_1^2.$$

2. Muvozanat tenglamasini tuzib, shtokka qo'yilgan kuchning minimum miqdorini aniqlaymiz:

$$P_0 \cdot S_0 - P_1 \cdot S_1 - F_1 = 0$$

Bu erda: S_0 - porshenning yuzasi;

$$S_1 = S_0 - S_2 = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d_2^2}{4} = 0,785(D^2 - d_2^2)$$

$$P_0 = \frac{P}{S_0} = 1470678 \frac{N}{m^2}.$$

Hadlarni tuzilgan tenglamaga qo'yib, kuchning son qiymatini hisoblaymiz:

$$F_1 = F - P_1 \cdot 0,785(D^2 - d^2) = 3629 N = 3,63 kN$$

Javobi: $F_1 = 3,63 kN$

3. EGRI SIRTGA TA`SIR ETAYOTGAN GIDROSTATIK BOSIM KUCHI

Gorizontal asosga ega bo'lgan silindrik sirtga ta'sir etayotgan bosim kuchini hisoblashni misolda ko'ramiz.

Faraz qilamizki, eni b ga teng bo'lgan, AB egri sirt berilgan bo'lib, shu sirtga ta'sir etayotgan bosim kuchi aniqlansin (1 - rasm).

Bu masalani quyidagi tartibda yechamiz:

1. Egri sirtga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini ikkita (gorizontal P_x va vertikal P_z) tashkil etuvchilarga ajratamiz.

2. Kuchning gorizontal tashkil etuvchisi P_x ni aniqlaymiz:

a) Egri sirt AB ni vertikal tekislikka proyeksiyalaymiz, natijada AB tekis shakl hosil bo'ladi;

b) P_x - xuddi tekis shaklga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchiday hisoblanadi:

$$P_x = P_{O.M.} \cdot \omega$$

Bu yerda: $P_{O.M.}$ - egri sirt proyeksiyasining og'irlik markaziga qo'yilgan bosim;

ω - egri sirt vertikal proyeksiyasining yuzasi.

3. Kuchning vertikal tashkil etuvchisi P_z ni aniqlaymiz. Kuchning vertikal tashkil etuvchisi bosim tanasining og'irligiga teng:

$$P_z = \gamma \cdot W_{BT}$$

bu erda: $W_{B.T.}$ - bosim tanasining hajmi; γ - suyuqlikning solishtirma og'irligi.

4. Silindrik sirtga ta'sir etayotgan to'la gidrostatik bosim kuchini quyidagicha aniqlaymiz:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2};$$

5. Kuchning yo'nalishini aniqlaymiz:

$$\operatorname{tg} a = \frac{P_z}{P_x}; \quad a = \operatorname{arctg} \frac{P_z}{P_x}$$

Bosim tanasini aniqlash

Bosim tanasini quyidagi tartibda aniqlaymiz. Egri sirt AV ning chekkalaridan suyuqlik erkin sathini (yoki uning davomini) kessuncha vertikal tekisliklar o'tkazamiz. U holda egri sirt AV, vertikal tekislik – BK va suyuqlik sathi (yoki davomi) bilan chegaralangan hajmga bosim tanasi deyiladi.

Bosim tanasi agar ho'llangan bo'lsa, musbat ishora bilan olinadi, agar ho'llanmagan bo'lsa, manfiy ishora bilan olinadi.

C – bosim tanasining og'irlik markazi.

Shuni ham ta'kidlash kerakki, bosim markazi kuchning egri sirt bilan kesishgan nuqtasi bo'ladi.

Masalalarni yechishga doir ko'rsatma

Masala. Benzin rezervuarining yon tomoniga o'rnatilgan qopqog'i yarim sfera shaklida (2 - rasm). Rezervuar qopqog'iga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini hisoblash kerek, agar

$$H = 2,0m; \quad d = 0,5m; \quad p = 700kg/m^3; \quad P_3 = 102kPa \text{ bo'lsa.}$$

Yechimi:

1. Kuchning gorizontal tashkil etuvchisi P_x ni aniqlaymiz:

$$P_x = P_{O.M.} \cdot \omega;$$

bu yerda:

$$P_{O.M.} = P_o + \gamma \left(H + \frac{d}{2} \right);$$

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4}; P_x = 23 \cdot 10^8 N.$$

2. Kuchning vertikal tashkil etuvchisi P_z ni aniqlaymiz:

$$P_z = \gamma \cdot W_{6.m.};$$

bu erda $W_{6.m.}$ - bosim tanasining hajmi – sferaning yarim hajmiga teng;

$$W_{b.t.} = \frac{2}{3} \pi \left(\frac{d}{2} \right)^3$$

u holda

$$P_z = 226N \approx 0,23kN;$$

To'la gidrostatik bosim:

$$P = 23,1kN.$$

4. JISMNING SUYUQLIKDAGI MUVOZANATI

Arximed qonuni

Suyuqlikdagi har qanday jismga ikki kuch ta'sir qiladi: og'irlik kuchi – G va Arximed kuchi F

$$\left. \begin{aligned} G &= \gamma_1 \cdot W \\ F &= \gamma \cdot W_0 \end{aligned} \right\}$$

bu yerda: $\gamma_1 \cdot \gamma$ - qattiq jismning va suyuqlikning mos ravishda solishtirma og'irliklari;

W_0 - jism siqib chiqargan suyuqlikning hajmi.

Demak, Arximed kuchi – jism siqib chiqargan suyuqlik hajmining og'rligiga teng.

Jismlarning suyuqlikda suzishining uch xil holati mavjud:

1. $G > F$, yoki $\gamma_1 > \gamma$ - jism cho'kadi;
2. $G = F$, yoki $\gamma_1 = \gamma$ - jism cho'kkan holatda suzadi;
3. $G < F$, yoki $\gamma_1 < \gamma$ - jism suyuqlik sathida, ma'lum qismi cho'kkan holatda suzadi, bu holatda quyidagi shart amal qiladi:

$$G = F \text{ yoki } \gamma_1 \cdot W = \gamma \cdot W_0$$

bu yerda W_0 - jism siqib chiqargan suyuqlikning hajmi.

U holda (4.2) dan

$$\frac{W_0}{W} = \frac{\gamma_1}{\gamma}$$

prizmatik jismlar uchun

$$\frac{h}{H} = \frac{\gamma_1}{\gamma}$$

bu yerda: H – jismning balandligi;

h – jismning suyuqlikda cho'kkan qismi.

Masalalarni yechishga doir ko'rsatma:

1. Quvurdagi manometrik bosim P miqdorinig qaysi qiymatida K jo'mrak ochiladi, agar quvur diametric d = 5 mm, sharning diametri D = 200 mm bo'lib, b = 6 a ga teng bo'lsa, shar og'irligi hisobga olinmasin (1 - rasm).

Yechimi:

0 nuqtaga nisbatan sistrmaga ta'sir etayotgan kuchlardan kuch momentini olamiz:

$$F_1(a+b) - F_2 \cdot a = 0.$$

bu yerda F_1 – Arximed kuchi:

$$F_1 = \gamma \cdot W; F_2 = P \cdot \frac{\pi d^2}{4} = m \cdot 0,785d^2;$$

Aniqlangan hadlarni tenglamaga qo'yib, bosim miqdorini aniqlaymiz:

$$P = 146,496 \frac{N}{m^2}$$

II. GIDRODINAMIKA

Suyuqlik kinematikasi

Gidravlikaning gidrodinamika bo'limida harakatdagi suyuqlik qonunlari o'rganiladi va ularning amaliyotda qo'llanishi ko'riladi.

Gidrodinamikaning asosiy parametrlari tezlik va bosimdir. Tezlik va bosim vaqt va koordinata bo'yicha o'zgaruvchidir.

Suyuqlik harakatini o'rganish ancha murakkab jarayon bo'lib, buning asosiy sabablaridan biri ichki ishqalanish kuchlarini aniqlashdadir. Shuning uchun suyuqlik harakatini o'rganishda har xil model va sxemalar qabul qilingan.

Suyuqlik harakatining turlari

Suyuqlik harakatining asosiy turlaridan ko'ramiz:

1. Barqaror va beqaror harakat.

Harakat davomida suyuqlikning tezligi va bosimi vaqt davomida o'zgarib tursa, bunday harakat beqaror harakat deyiladi.

$$u = f(x, y, z, t)$$

$$P = f(x, y, z, t)$$

Harakat davomida suyuqlikning tezligi va bosimi vaqt davomida o'zgarmasa, bunday harakat **barqaror harakat** deyiladi.

$$u = f(x, y, z,)$$

$$P = f(x, y, z,)$$

2. Tekis va notekis harakat.

Suyuqlik zarrachasining harakat yo'nalishi davomida tezligi o'zgarmasa bunday harakat **tekis harakat** deyiladi.

Suyuqlik zarrachasining harakat yo'nalishi davomida tezligi o'zgarib borsa, bunday harakat **notekis harakat** deyiladi.

3. Damli (naporli) va damsiz (naporsiz) harakat.

Harakatdagi suyuqlik erkin sirtga ega bo'lnasa, bunday harakat **damli harakat** deyiladi.

OQIMNING ASOSIY GIDRAVLIK ELEMENTLARI

Harakat kesimi – oqimga perpendikulyar yuza yoki oqim ko'ndalang kesimi yuzasi - ω .

Sarf – vaqt davomida harakat kesimidan o'tayotgan suyuqlik miqdori –

$$Q = \frac{W}{t}$$

Sarf o'lchov birligi: $\frac{m^3}{s}$; $\frac{1}{S}$.

Elementar struyka (suv oqimining bo'lagi) sarfi:

$$dQ = u d\omega.$$

Oqim sarfi: $Q = V\omega$,

bu yerda: W – suyuqlik hajmi; t – vaqt.

Ho'llangan perimetr – oqim va qattiq sirt chegarasi;

Turli shakldagi kanal va quvurlar uchun ho'llangan perimetr quyidagicha aniqlanadi:

To'g'ri to'rtburchak kanal uchun:

$$x = 2h + b;$$

Trapezoidal kanal uchun:

$$x = b + 2h \sqrt{1+m^2};$$

Silindrik quvurlar uchun:

$$x = \pi d.$$

Gidravlik radius – oqim harakat kesimi ω ning ho'llangan perimetri x ga nisbati:

$$R = \frac{\omega}{x}$$

O'rtacha tezlik – suyuqlik sarfining harakat kesimiga nisbati:

$$V = \frac{Q}{\omega} = \frac{\int u d\omega}{\omega}.$$

UZILMASLIK (BARQAROR HARAKAT) TENGLAMASI

Avval elementar struyka uchun uzilmaslik tenglamasini keltirib chiqaramiz. Elementar struyka xossaligidan ma'lumki, kesimlar orqali o'tuvchi elementar sarflar teng bo'ladi:

u holda sarfni aniqlash formulasidan:

$$dQ_1 = u_1 d\omega_1$$

$$dQ_2 = u_2 d\omega$$

$$u_1 d\omega_1 = u_2 d\omega_2$$

Bu ifodani elementar struykaning xohlagan kesimi uchun yozish mumkin. U holda:

$$u_1 d\omega_1 = u_2 d\omega_2 = u_3 d\omega_3 = \dots u_n d\omega_n = \text{const},$$

bu elementar struyka uchun uzilmaslik tenglamasidir.

Oqim uchun uzilmaslik tenglamasini keltirib chiqarish uchun quyidagi ifodani

$$u_1 d\omega_1 = u_2 d\omega_2 \text{ yuzalar bo'yicha olingan integrallar bilan almashtiramiz.}$$

Bu yerda $V_1\omega_1 = V_2\omega_2$ yoki $V_1\omega_1 = V_2\omega_2 = V_3\omega_3 = \dots V_n\omega_n = \text{const}.$

Bu ifodaga oqim uchun uzilmaslik tenglamasi deyiladi.

Harakatning barqarorligidan kelib chiqib, quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

ya'ni, oqimning o'rtacha tezligi, harakat kesimiga teskari proporsionaldir.

Mavzuga doir masalalarni yechishga doir ko'rsatmalar:

Masala. Siqilmaydigan suyuqlikning tezlik maydoni quyidagi potensialga: $\phi = 4(x^2 - y^2)$ ega bo'lishi mumkinmi?

Yechimi: suyuqlikning tezlik maydoni potensialga ega bo'lishi uchun Lappas tenglamasidan foydalanamiz:

$$\nabla^2 \phi = \frac{d^2 \phi}{dx^2} + \frac{d^2 \phi}{dy^2} = 0$$

U holda

$$\phi = 4(x^2 - y^2); \quad \frac{d^2 \phi}{dx^2} = 8;$$

$$\phi = 4(x^2 - y^2); \quad \frac{d^2 \phi}{dy^2} = -8.$$

Bu yerda $\nabla^2 \phi = 8 - 8 = 0$. Demak, tezlik maydoni berilgan potensialga ega bo'lishi mumkin.

1. IDEAL SUYULIKLAR

Bu tenglama 1738 y. D. Bernulli tomonidan taklif etilgan bo'lib, uning nomi bilan ataladi va gidrodinamikaning asosiy tenglamasi hisoblanadi:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g}$$

D. Bernulli tenglamasi elementar struyka tezligi, bosimi va suyuqlik zarrachasining geometrik o'ri orasidagi munosabatni ifodalaydi.

Tenglamadan ko'rinadiki, ideal suyuqlik uchun $z, \frac{p}{\gamma}, \frac{u^2}{2g}$ hadlarning yig'indisi o'zgarmas kattalikdir.

$H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{U^2}{2g}$ – ifodaga to'la dam yoki gidrodinamik dam deyiladi.

Ideal suyuqlik uchun:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} = \dots = z_n + \frac{p_n}{\rho g} + \frac{u_n^2}{2g}$$

yoki

$$H_1 = H_2 = \dots = H_n$$

n – kesimlar soni.

D. Bernulli tenglamasi elementar struyka solishtirma energiyasining saqlanish qonunini ifodalaydi.

U holda, z – solishtirma holat potensial energiyasini;

$\frac{p}{\gamma}$ – solishtirma bosim potensial energiyasini,

$\frac{u^2}{2g}$ – solishtirma kinetik energiyasini ifodalaydi.

Real suyuqlikning elementar struykasi uchun Bernulli tenglamasi

Endi yuqorida keltirilgan formulani real suyuqliklar uchun ko'rinishini yozamiz. Ma'lumki, ideal suyuqlikda suyuqlikning asosiy xususiyatlaridan – yopishqoqlik inobatga olinmaydi.

Yopishqoqlik suyuqlikdagi ichki ishqalanish kuchini paydo qiladi. Bu esa o'z navbatida suyuqlik harakatiga ta'sir ko'rsatadi va suyuqlik energiyasining yo'qolishiga olib keladi.

Ideal suyuqlik uchun 1 – 1 va 2 – 2 kesimlarda $H_1 = H_2$, real suyuqlik uchun $H_1 > H_2$, bo'ladi.

U holda H_1 va H_2 orasidagi farq $h_{1-2} = H_2 - H_1$ 1 – 1 va 2 – 2 kesimlar orasidagi yo'qolgan solishtirma energiyasini (damni) ifodalaydi, ya'ni qarshilik kuchini yengish uchun sarflangan dam miqdori:

$$h_{1-2} = \left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} \right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} \right)$$

bu yerdan

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} + h_{1-2}$$

oxirgi ifodaga real suyuqlikning elementar struykasi uchun D. bernulli tenglamasi deyiladi.

Mavzuga doir masalalarni yechishga ko'rsatma

Masala. Struyali nasos yordamida suv $h = 0,5$ m chuqurlikdan ko'tarilmoqda. Agar quvur diametric $d = 100$ mm, 1 – 1 kesimdagi bosim $P_M = 40$ kPa, suv tezligi $V_1 = 1,12$ m/s bo'lsa, kameradagi quvur diametrini d_2 aniqlang (1 – rasm). Suv ideal deb qaralsin.

Yechimi: 1 – 1 va 2 – 2 kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz. Taqqoslash tekisligini quvur o'qi bo'ylab o'tkazamiz.

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{p_A}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g}$$

2 – 2 kesimdagi tezlik damini aniqlaymiz:

$$\frac{V_2^2}{2g} = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{p_{a1} - p_2}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g}$$

$$\frac{P_{AT} - P_2}{\gamma} - 2 - 2 \text{ kesimdagi vakuum miqdori.}$$

$$p_2 + \gamma h = p_{AT}; h = \frac{P_{AT} - P_2}{\gamma} = 0,55$$

1 – 1 kesimdagi tezlik dam (napor)I

$$\frac{V_1^2}{2g} = \frac{1,12^2}{19,62} = 0,064m$$

Bernulli tenglamasiga qo'yib, V_2 ni aniqlaymiz:

$$\frac{V_2^2}{2g} = 0,4 + 0,55 + 0,0644 = 1,014m$$

$$V_2 = \sqrt{19,62 \cdot 1,014} = 4,46m/s.$$

U holda d_2 ni quyidagicha aniqlaymiz:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V^2}} = 0,05m.$$

2. SUYUQLIKNING HARAKAT REJIMLARI

Har qanday harakatdagi suyuqlikda quyidagi rejimlar mavjud: **laminar va turbulent**.

Reynolds tajribalar natijasida suyuqlikning harakat rejimini o'lchovsiz son – Reynolds soni orqali ifodalash mumkinligini ko'rsatadi.

Reynolds soni silindrik quvurlar uchun quyidagicha aniqlanadi:

$$Re = \frac{Vd}{\nu}$$

yoki nosilindrik quvurlar uchun

$$Re = \frac{V \cdot 4R}{\nu}$$

Bu yerda: V – o'rtacha tezlik; d – quvur diametri; R – gidravlik radius; ν – yopishqoqlikning kinematik koeffitsiyanti.

Reynolds soni inersiya kuchining ishqalanish kuchiga nisbatini ifodalaydi.

Suyuqlikning laminar harakatdan turbulent harakatga o'tishi Reynolds sonining ma'lum kritik harakatdan turbulent harakatga o'tishi Reynolds sonining ma'lum kritik miqdori bilan aniqlanadi. Po'lat quvurlar uchun kritik Reynolds soni $Re_k = 2320$ ga teng.

Demak, oqimning harakat rejimini aniqlamoqchi bo'lsak, Reynolds sonini kritik Reynolds soni bilan qiyoslaymiz.

Agar $Re < Re_{kr} = 2320$ bo'lsa, quvurdagi harakat rejimi laminar.

Agar $Re > Re_{kr} = 2320$ bo'lsa, demak harakat rejimi turbulent.

Mavzuga oid masalalarni yechishga doir ko'rsatma

Masala. Moy (IS - 30) nasos yordamida quvur orqali gidrosilindrga uzatiladi. Agar quvur diametri $d = 24$ mm, moyning harorati $t = 20^{\circ}C$ bo'lib, nasosning sarfi $Q = 20 \text{ m}^3/s$ bo'lganda suyuqlikning harakat rejimini va qaysi haroratda turbulent rejimga o'tishini aniqlang.

Yechimi: Suyuqlikning harakat rejimi Reynolds soni orqali ifodalanadi;

Damli (naporli) harakatda Reynolds soni quyidagicha aniqlanadi:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

bu erda d – quvurning diametric;

Agar Reynolds soni qandaydir kritik Reynolds sonidan yuqori bo'lsa ($Re > Re_{kr}$), harakat rejimi turbulent deyiladi, agar Reynolds soni kritik Reynolds sonidan kichik bo'lsa ($Re < Re_{kr}$) harakat rejimi laminar deyiladi.

Aylana shaklidagi damli quvurlar uchun kritik Reynolds soni $Re_{kr} = 2000 \div 3000$ va damsiz oqimlar harakati uchun $Re_{kr} = 300 \div 580$ gacha qabul qilingan.

Demak, qo'yilgan masalani yechish uchun Reynolds sonini aniqlash kerak.

Quvuedagi oqim tezligi

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 20}{3,14 \cdot 2,4^2} = 4,42 \text{ m/s}$$

$t = 20^{\circ}C$ da moyning (IS – 30) kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti

$$\nu = 150 \text{ mm}^2/s = 1,5 \text{ cm}^2/s$$

Reynolds soni:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{4,42 \cdot 2,4 \cdot 10^2}{1,5} = 700;$$

$$Re_{kr} = 2000 :$$

$Re < Re_{kr}$ drmak suyuqlik harakat rejimi laminar.

Laminar harakatdan turbulent harakatga o'tish uchun $Re > Re_{kr}$ $Re_{kr} = 2000$, u holda:

$$Re_{kr} = \frac{V \cdot d}{\nu}; \quad \nu = 0,53 \text{ cm}^2/s = 53 \text{ mm}^2/s.$$

ν va t° ning bog'liqlik jadvalidan industrial moy uchun (IS - 30) $\nu = 53 \text{ mm}^2/s$ ga mos keladigan t harorat miqdori $t = 50^{\circ}C$.

Demak, suyuqlik harorati yuqoridagi miqdorga etganda suyuqlik laminar harakat rejimidan turbulent harakat rejimiga o'ta boshlaydi.

3. GIDRAVLIK QARSHILIKLAR

Oqim o'z harakati davomida ma'lum qarshiliklarni engishga energiyasini sarflab boradi. Bu qarshiliklar ishqalanish va inergiya kuchlari tufayli paydo bo'ladi.

Quvur uzunligi bo`ylab yo`qolgan energiyani hisoblash

Quvurlarda energiyaning yo`qolishi ikki xil bo`ladi:

- A) oqim bo`ylab energiyaning yo`qolishi, ya`ni quvur uzunligi bo`ylab;
- B) mahalliy qarshiliklardan energiyaning yo`qolishi.

$$h_f = \sum h_e + \sum h_M$$

Oqim bo`ylab solishtirma energiyaning (damning) yo`qolishi Darsi – Veysbax formulasi yordamida hisoblanadi:

$$h_e = \frac{\lambda \cdot l \cdot V^2}{d \cdot 2g}$$

bu yerda λ - gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti.

Ko`p yillik nazariy va tajribaviy izlanishlar  $\lambda$  ni suyuqlikning harakat rejimiga va quvur materialiga bog`liq ravishda o`zgarishini ko`rsatdi, ya`ni

$$\lambda = f(\text{Re}; \Delta)$$

bu yerda: Re – Reynolds soni;

– Δ quvurning nisbiy g`adir – budurligi.

Oqim bo`ylab energiyaning yo`qolishiga quvur g`adir – budurligining ta`siri alohida ahamiyatli.

G`adir – budurlik quvur materialiga, yasash texnologiyasiga va foydalanish vaqtiga bog`liqdir.

Quvurning g`adir – budurligini inobatga olish uchun nisbiy g`adir – budurlik tushunchasi kiritilgan:

$$\Delta = \frac{\Delta}{d}$$

bu yerda: Δ — quvur g`adir – budurligining o`rtacha balandligi;
d – quvur diametri.

Gidravlik silliq va g`adir – budur quvurlar

Ma`lumki, quvur g`adir – budurligining o`rtacha balandligi oqimning harakatiga ham bog`liqdir.

Suyuqlik laminar rejimida harakatlanayotgan bo`lsa, qanday g`adir – budurlik suyuqlik bilan to`ldirilgan bo`lib, silliq sirt hosil qiladi.

U holda quvur o`rtacha g`adir – budurligi laminar chegaraviy qavatdan - S kichik bo`ladi. Bunday quvurlarga **gidravlik silliq quvurlar** deyiladi.

Gidravlik ishqalanish koeffitsiyentini aniqlashning bir nechta formulalari mavjud.

Bu koeffitsiyentni quyidagi $\lambda = f(\text{Re}; \Delta)$ bog`lanish orqali ifodalash Nikuradze tajribalarida aniq namoyon bo`ldi.

Nikuradze tajribalarida gidravlik ishqalanish koeffitsiyentining qiymati har xil g`adir – budurli quvurlarda hamda suyuqlik harakat rejimlarida aniqlanadi.

Nikuradze tajribalari asosida damli quvurlardagi quyidagi qarshilik sohalarini aniqlash mumkin:

1 – soha: Laminar harakat rejimi bo`lib, bu sohada λ - qiymatini nazariy aniqlash mumkin:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$$

Yuqoridagi ifodaga Puazeyl (1799 - 1869) formulasi deyiladi.

2 – soha: Laminar harakat rejimidan turbulent harakat rejimiga o`tish sohasi. Bu sohada Reynolds soni quyidagi oraliqlarda bo`ladi:

$$\text{Re} = 2300 : 4000$$

3 – soha: Turbulent harakat rejimi bo`lib, 3 qismga ajraladi, 1 – qism gidravlik silliq qarshilik sohasi, 2 – qism kvadrat qarshilik sohasigacha bo`lgan coha, 3 – qism kvadrat qarshilik sohasi deyiladi.

Turbulent harakat rejimida gidravlik ishqalanish koefitsiyenti qiymatini aniqlash, gidravlik fanining murakkab masalasi hisoblanadi.

1 – 2 qismlarda λ ning qiymati asosan tajriba natijalarida olingan formulalar yordamida hisoblanadi:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} - \text{Blazius formulasi}$$

$$\lambda = 0,11(\Delta + \frac{68}{Re})^{0,25} - \text{A.Altshul formulasi.}$$

Kvadrat qarshilik sohasi uchun λ quyidagicha aniqlanadi: $\lambda = f(\Delta)$.

$$\lambda = 0,11(\Delta)^{0,25} - B. \text{ Shifrinson formulasi}$$

Shuni alohida qayd etish iozimki, oxirgi yillarda turbulent harakat rejimini o`rganishda olib borilgan nazariy va tajribaviy izlanishlar ancha muvaffaqiyatlarga olib keldi.

k.Sh.Latipovning nazariy izlanishlari λ ni aniqlash uchun yangi formula yaratishga sabab bo`ldi.

Bu formulaning mohiyati shundan iboratki, formula harakat rejimining hamma sohalarini qamrab oladi va λ qiymati yagona formula yordamida aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{8xJ_0(x)}{ReJ_2(x)},$$

bu yerda: $J_0(x), J_2(x)$ - mavhum argumentli Bessel funksiyalari;

x – oqim holatini ifoda etuvchi koefitsiyent.

Ochiq uzanlar uchun λ ning qiymati A.Zegida tajribalarida, sanoat quvurlari uchun G. Murin, K.Kolbruk, A.Shevelev grafikalarida keltirilgan.

Mahalliy qarshiliklarda damning yo`qolishi

Mahalliy qarshiliklardan (napor) damning yo`qolishi oqim tqzlik vektorining o`zgarishi, oqimlarning qo`shilishi, ajralishi va boshqa sabablar tufayli sodir bo`ladi.

Bunday to`siqlar quvur yoki kanalning kalta qismlarida mavjud bo`lib, konstruktiv elementlar bilan bog`liqdir. To`siqlardan o`tish jarayonida oqim shakli o`zgaradi va notekis harakat vujudga keladi. Oqimning to`siqdan o`tish joylarida uyurmalar paydo bo`ladi. Chunki uyurma bilan oqim chegarasidagi qarshilik devordagi qarshilikka nisbatan bir necha marotaba ko`p.

Mahalliy qarshiliklarda damning yo`qolishi quyidagi formula bo`yicha hisoblanadi.

$$h_M = \xi \frac{V^2}{2g},$$

bu yerda: $\frac{V^2}{2g}$ - tezlik dami;

ξ – qarshilik koefitsiyenti deyiladi, asosan tajriba yo`li bilan aniqlanadi.

Quvurlarning konstruktiv elementlari bilan bog`liq bo`lgan quyidagi mahalliy qarshiliklarni kuzatish mumkin:

a) keskin kengayish; b) keskin torayish; v) berkitgich; g) tekis kengayish; d) burilish; e) tekis torayish; j) tirsak va h.k.

Yuqorida aytganimizdek, mahalliy qarshiliklarda yo`qolgan dam asosan tajriba yo`li bilan aniqlanadi.

Umumiy ko`rinishda qarshilik koefitsiyentini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\xi = \xi_K + \frac{A}{Re}$$

bu yerda: ξ_K – kvadrat qarshilik sohasidagi qarshilik koeffitsiyenti;

A – koeffitsiyent, tajribada aniqlanadi.

Yagona holat – keskin kengayishda yo`qolgan dam miqdorini nazariy aniqlash mumkin.

Boshlang`ich qismlarda damning yo`qolishi

Mahalliy qarshiliklarning bu turiga alohida to`xtab o`tamiz. Zero oqim miqdorini aniqlashni avtomatlashtirish jaeayonlarida bu holatning ta`siri katta ahamiyatga ega.

Boshlangich qismlarda oqim harakati notekis bo`lib, quvurning bu qismida damning yo`qolishi, xuddi shu uzunlikdagi quvur yoki kanallardagi tekis harakatda yo`qolgan damdan bir nrcha marotaba ko`pdir: masalan, laminar harakatda – (0,2 ÷ 0,4) miqdorda bo`lsa, turbulent harakatda (0,1 ... 1,5).

S.M.Targ izlanishlari bo`yicha laminar harakat rejimida (damli tizimlarda) boshlang`ich qism uzunligi l_s .

$$l_s = 0,04Re$$

Turbulent harakat rejimida V.S. Borovkov va F.G.Mayranovskiy formulasi bo`yicha

$$l_s = 0,52d / \lambda \text{ ga teng.}$$

Oxirgi paytlarda professor K.Sh. Latipov rahbarligida olib borilgan izlanishlar ochiq o`zanlarda boshlang`ch qismni quyidagi formula bo`yicha aniqlash mumkinligini ko`rsatdi:

$$l_s = \left(\frac{hRe}{\gamma^2 + 0,05\sqrt{Re}} \right) l_n(0,01k_2hRe)$$

bu yerda: h – oqim chuqurligi;

Re – Reynolds soni.

Bu tenglama yordamida ochiq o`zanlarda boshlangich qism uzunligini nazariy aniqlash mumkin.

Mavzuga doir masalalarni yechish uchun ko`rsatma

Masala: Gidrotizim uchlariga o`rnatilgan manometrlarning ko`rsatishlari $p = 4kPa$ va $P_2 = 0,5kPa$ bo`lib, gidrotizim uzunligi  $l = 500$  sm va diametric  $d = 20$  mm bo`lsa, gidrotizimdagi harorati $t = 50^\circ C$ bo`lgan motor moyining sarfini aniqlang ($\rho = 950 \text{ kg/m}^3$)

Yechimi: Jadvaldan harorati $t = 50^\circ C$ bo`lgan motor moyining kinematik yopishqoqlik koeffitsiyentini $\nu = 30 \text{ mm}^2 / c$ deb olamiz.

Suyuqlik sarfini u holda quyidagicha aniqlaymiz:

Suyuqlik harakat rejimi laminar ekanligini inobatga olib, Puazeyl qonuni asosida bosimning kamayishini aniqlaymiz:

$$\frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{128\nu l Q}{\pi d^4}$$

$$Q = \frac{\Delta P \pi d^4}{128\nu l} = \frac{(3,5 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 3,14 \cdot (0,020 \text{ m})^4)}{128 \cdot 0,3 \cdot 10^4 \cdot 890 \cdot 50} = 0,49 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 / c$$

Masala: Uzunligi $l = 1,5$ km va diametric $d = 250$ mm li quvurda benzin oqib o`tmoqda. Benzinning harorati  $t = 20^\circ C$ , sarfi  $Q = 0,026 \text{ m}^3 / s$ . Quvurda yo`qolgan dam (napor) ni aniqlang. Agar quvurning diametrini 20% kamaytirsak yo`qolgan dam (napor) miqdori qanchaga o`zgaradi? Quvurning g`adir – budurligi $\Delta = 0,2$ mm.

Yechimi: I. Quvurdagi oqim tezligi:

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2} = 0,53 \text{ m} / c$$

Suyuqlikning harakat rejimini aniqlaymiz: jadvaldan $t = 20^\circ C$ haroratdagi benzinning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti $\nu = 0,75 \text{ mm}^2 / s$.

Reyeolds soni:

$$Re = \frac{Vd}{\nu} = 177 \cdot 10^3.$$

demak, harakat rejimi turbulent.

U holda gidravlik ishqalanish koeffitsiyntini Altshul formulasi yordamida aniqlaymiz:

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,02.$$

Bosimning yo`qolishi:

$$\Delta P = \frac{\lambda \cdot l}{d} \cdot \frac{\rho V^2}{2} = 11,8 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

II. Quvur diametrini 20 % ga kamaytirsak:

$$d_1 = 0,8d = 200 \text{ mm}$$

U holda yo`qolgan bosim miqdori:

$$\Delta P = 38 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

Demak, quvur diametrini 20 % ga kamaytirsak, bosimning kamayishi (yo`qolgan napor) 3,2 marta oshar ekan.

5. Kalta quvurlarning gidravlik hisobi

Quvurlar deb har xil suyuqliklar (suv, neft, benzin, qorishmalar va h.k.) uzatishga mo`ljallangan o`tkazgich – quvurlarga aytamiz.

Quvurlarning gidravlik hisobida ularning suyuqlik uzatishi bilan bog`liq bo`lgan gidravlik jarayonlar o`rganiladi va gidravlik kattaliklar aniqlanadi.

Quvurdagi damning yo`qolishiga qarab, ular ikki turga bo`linadi: kalta va uzun quvurlar.

Quvurlarni gidravlik hisoblashda damning yo`qolishi ham quvur uzunligi bo`ylab va ham mahalliy qarshiliklarda inobatga olinsa, bunday quvurga **kalta quvurlar** deyiladi.

Nasslarning so`ruvchi quvuri, sifon, gidroyuritmalar quvurlari, moylash, avtomobil yog`I uzatish tarmoqlari va h.k.lar kalta quvurlarga misol bo`ladi.

Quvurlarni gidravlik hisoblashda damning faqat uzunlik bo`yicha yo`qolishi inobatga olinsa, bunday quvurlarga **uzun quvurlar** deyiladi.

Uzun quvurlarda mahalliy qarshiliklarda yo`qolgan damning miqdori uzunlik bo`yicha yo`qolgan damning 10 % dan kamini tashkil qiladi. Suv, neft va boshqa suyuqliklarni uzatish quvurlari uzun quvurlarga misol bo`ladi.

Quvurlar ishlash sxemasiga qarab: sodda va murakkab quvurlarga bo`linadi. Tarmoqlarga ega bo`lmagan quvurlar **soda quvurlar** deyiladi.

Bir nrcha tarmoqlarga bo`linadigan quvurlar – **murakkab quvurlar** deyiladi.

Mavzuga doir masalalarni yechish uchun ko`rsatma

Masala. Berilgan quvurlar tizimi orqali, rezervuardan atmosferaga oqib chiqayotgan suv sarfining miqdorini aniqlash lozim bo'lsin.

Quvurlarning diametrlari, uzunligi va materiali ($\Delta; \lambda$) ma'lum bo'lib, quyidagi qiymatlarga ega bo'lsin:

$$d_1 = 150 \text{ mm}; \quad d_2 = 200 \text{ mm}; \quad d_3 = 250 \text{ mm}; \quad l_1 = 20 \text{ m}; \quad l_2 = l_3 = 15 \text{ m};$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = 0,02 \quad N = 3,0 \text{ m};$$

Jumrakning qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 0,4$;

Yechimi: Masalani yechish uchun Bernulli tenglamasidan foydalanamiz. Bernulli tenglamasidan foydalanish quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

1) Kesimlarni tanlaymiz:

I – I va II – II

2) Taqqoslash tekisligini o'tkazamiz:

0 – 0,

3) Oqim uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{a_1 V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{a_2 V_2^2}{2g} + h_1$$

4) Tenglamalardagi hadlarni aniqlaymiz:

$$z_1 = H; \quad P_1 = P_a; \quad V_1 = 0; \quad a_1 = a_2 = 1$$

$$z_2 = 0; \quad P_2 = P_a; \quad V_2 = ?$$

5) Aniqlangan hadlarni tenglamaga qo'yamiz:

$$H + \frac{P_a}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{P_a}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

bu yerdan:

$$H = \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

Endi quvurlar tizimida yo'qolgan dam - h_f miqdorini aniqlaymiz:

Ma'lumki,

$$h_f = \sum h_e + \sum h_M$$

Quvur uzunligi bo'ylab yoqolgan dam Darsi – Veycbax formulasi bo'yicha:

$$\sum h_e = h_{11} + h_{12} + h_{13} = \frac{\lambda_1 V_1^2}{d_1 2g} + \frac{\lambda_2 V_2^2}{d_2 2g} + \frac{\lambda_3 V_3^2}{d_3 2g}$$

Uzilmaslik tenglamasidan

$$V_1 \omega_1 = V_2 \omega_2 = V_3 \omega_3$$

$$V_1 = \frac{\omega_3}{\omega_1} V_3; V_2 = \frac{\omega_3}{\omega_1} V_3 \text{ ekanligidan foydalanib, hamda } V_3 = V_2$$

$$\sum h_e = \left[\frac{\lambda_1 l_1}{d_1} \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 + \frac{\lambda_2 l_2}{d_2} \left(\frac{\omega_3}{\omega_2} \right)^2 + \frac{\lambda_3 l_3}{d_3} \right] \frac{V_2^2}{2g}$$

$$\text{yoki } \sum h_1 = \xi_1 \frac{V_2^2}{2g}$$

Mahalliy qarshiliklarda damning yo`qolishi ko`rilayotgan misolda, quyidagi joylarda sodir bo`ladi: quvurning kirish qismida - (ξ_1); keskin kengayishda - (ξ_2); keskin torayishda - (ξ_3); berkitgichda - (ξ_4).

$$\text{U holda } \sum h_M = \xi_1 \frac{V_1^2}{2g} + \xi_2 \frac{V_2^2}{2g} + \xi_3 \frac{V_3^2}{2g} + \xi_4 \frac{V_4^2}{2g}$$

Uzilmaslik tenglamasidan va $V_3 = V_2$ ekanligidan foydalanib

$$\sum h_M = \xi_1 \frac{V_1^2}{2g} + \xi_2 \frac{V_2^2}{2g} + \xi_3 \frac{V_3^2}{2g} + \xi_4 \frac{V_4^2}{2g}$$

$$\text{Yoki } \sum_1 h_M = \xi_M \frac{V_2^2}{2g}$$

Jadvaldan mahalliy qarshilik qiymatlarini olib, ξ_M ni hisoblaymiz. (3) va (4) tenglamalarni (2) qo`yib tizimda yo`qolgan dam uchun quyidagi ifodani olamiz

$$h_f = \xi_M \frac{V_2^2}{2g} + \xi_1 \frac{V_2^2}{2g} = (\xi_M + \xi_1) \frac{V_2^2}{2g}$$

yoki

$$h_f = \xi_s \frac{V_2^2}{2g}$$

bu yerda: ξ_s – tizimning qarshilik koeffitsiyenti.

(5) ifodani (2) ga qo`ying

$$H = \frac{V_2^2}{2g} + \xi_s \frac{V_2^2}{2g}$$

bu yerda

$$V_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi_s}} \sqrt{2gH}$$

yoki

$$V_2 = \varphi \sqrt{2gH};$$

bu yerda φ – tezlik koeffitsiyenti.

U holda quvurlar tizimi orqali oqib chiqayotgan sarf

$$Q = \mu \omega_3 \sqrt{2gH} = 0,17 \cdot \frac{\pi d_3^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3} = 0,06 m^3 / s$$

bu yerda μ - sarf koeffitsiyenti.

2. Suyuqlikning teshik va naychalardan oqib chiqishi

Mavzuga doir masalalarni yechish uchun ko'rsatma:

Masala: Yuqoridagi suv sathi o'zgarmasligini inobatga olib, har bir idishlardan tushayotgan suv sarfi bir xil bo'lishini hisobga olib, idishlardagi suv damlarini quyidagicha aniqlaymiz:

$$Q = \mu \omega_1 \sqrt{2gH_1};$$

$$Q = \mu \omega_2 \sqrt{2gH_2};$$

bu yerdan

$$H_1 = \frac{Q^2}{(\mu \omega_1)^2 2g} = 2,13m;$$

$$H_2 = \frac{Q^2}{(\mu \omega_2)^2 2g} = 0,76m;$$

7. Gidravlik modellashtirish

Loyihalanayotgan yoki ishlab chiqarishga joriy etilayotgan qurilmalarni sinash uchun ma'lum sharoitda ularning modeli tuziladi.

Modellashda o'xshashlik nazariyasiga asoslanadi.

Geometric o'xshashlik. Bunday o'xshashlikda asl nusxa (natura) va model o'lchamlari bir xil nisbatda bo'ladi, ya'ni:

$$\frac{d_H}{d_M} = \frac{b_H}{b_M} = a = \text{const}$$

bu yerda: d_H, d_M – mos ravishda natura va modelning diametrlari;

b_H, b_M , – mos ravishda natura va model geometrik o'lchamlari.

Kinematik o'xshashlik. Bunday o'xshashlik suyuqlik zarrachalarining tezliklari nisbatlari teng bo'lishi kerak, ya'ni:

$$\frac{V_H}{V_M} = \frac{U_H}{U_M} = \text{const}$$

Dinamik o'xshashlik. Bunday o'xshashlikda geometrik, kinematik o'xshashlik shartlari bajarilgan holda, oqimga ta'sir etayotgan kuchlar nisbati hisobga olinadi. Dinamik o'xshashliklar quyidagi sonlar orqali belgilanadi:

Eyler soni: $E_u = \frac{P}{\rho V^2}$

Reynolds soni: $Re = \frac{Vd}{\nu}$

Frud soni: $F = \frac{V^2}{gl}$

Struxal soni: $S_l = \frac{l}{tV}$

Bu yerda: l – uzunlik birligi; t – vaqt.

Mavzuga doir masalalarni echishga korsatma

1 – masala: Diametri $d = 300$ mm bo`lgan po`lat quvurda ($\Delta = 0,1$ mm) ikkita mahalliy qarshilik: burilish va jumrakning bir – biriga ta`siri o`rganilmoqda. Mahalliy qarshiliklar bir – biriga ta`sir qilmagan holda ishlashlari uchun ular orasidagi masofa modelda va naturada qanday bo`lishi kerak. Quvur kvadrat qarshilik sohasida ishlab, modelning masshtabi 1: 10 bo`lsin.

Yechimi: Mahalliy qarshiliklarning bir – biriga ta`sir bo`lishi uchun, ular orasidagi masofa quyidagidan kam bo`lishi kerak:

$$L = \left(\frac{12}{\lambda} - 50 \right) d.$$

Modeldagi va naturadagi quvurning gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti Shifrinson yoki K.Sh.Latipov formulasi bilan aniqlanadi:

Geometrik o`lchamlar o`xshashlik nazariyasidan quyidagi ifodani olamiz:

$$\lambda_M = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d_M} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{10^{-4}}{0,03} \right)^{0,25} = 0,024$$

$$\lambda_H = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d_H} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{10^{-4}}{0,3} \right)^{0,25} = 0,014$$

U holda burilish va jumrak orasidagi masofa naturada:

$$L_H = \left(\frac{12}{\sqrt{0,014}} - 50 \right) \cdot 0,3 = 15,4M$$

Modelda:

$$L_M = \left(\frac{12}{\sqrt{0,014}} - 50 \right) \cdot 0,03 = 0,81_M \text{ dan kam bo'lganligi lozim.}$$

2 – masala: Kanaldagi suv harakatini (harorati $t = 20^\circ C$) modellashgirish uchun modeldagi suyuqlikning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti qanday bo'lishi kerak. Agar ham og'irlik va ham ishqalanish kuchlari ta'siri inobatga olinsa. Modelning geometrik masshtabi 1 : 100.

Yechimi: O'xshashlik nazariyasidan ishqalanish kuchlarining modelda va naturada ta'sirining bir xilligini inobatga olish uchun quyidagi shart bajarilishi kerak: $Re = idem$, ya'ni $Re_N = Re_M$ Re – Reynolds soni.

Bu shartdan quyidagi ifodani olamiz:

$$\frac{V_H \cdot L_H}{\nu_H} = \frac{V_M \cdot L_M}{\nu_M}, \frac{V_M}{V_H} = \frac{L_H}{L_M} \cdot \frac{\nu_M}{\nu_H}.$$

Og'irlik kuchining modeldagi va naturadagi ta'sirini bir xilligini inobatga olish uchun quyidagi shart bajarilishi kerak:

$Fr = idem$, ya'ni $Fr_H = Fr_M$ Fr – Frud soni.

Bu shartdan quyidagi ifodani olamiz:

$$\frac{V_H^2}{gL_M L_M} = \frac{V_M^2}{gL_M}; \frac{V_M}{V} = \sqrt{\frac{L_M}{L_H}}$$

(1) va (2) ifodani tenglashtirib, quyidagini olamiz:

$$\frac{V_M}{V_H} = \left(\frac{L_M}{L_H} \right)^{3/2} = \left(\frac{1}{100} \right)^{3/2} = \frac{1}{100}.$$

Bu yerdan modeldagi suyuqlikning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti:

$$\nu_M = \nu_H : \frac{1}{100} = 10^{-6} m^2 / s \cdot \frac{1}{100} = 10^{-9} m^2 / s$$

teng bo'ladi, ammo tabiatda bunday suyuqlik yo'q.

Olingan natijadan shunday xulosa qilish mumkinki gidravlik modellashtirishda quyidagi shartlarni: $Re = idem$ va $Fr = idem$ ni bir holatda bajarish imkoniyati yo'q ekan.

Tajriba mashg'uloti

Tajriba ishi -1

Suyuqlik mexanikasi sohasida tajriba o'tkazishga mo'ljallangan asos modul

Ishning maqsadi: Suyuqlik mexanikasi sohasida tajriba o'tkazishga mo'ljallangan asos modul tuzilishi va ishlash printsipini o'rganish.

Kerakli jihozlar: HM 150 modul, datchik va nasos

UMUMIY MALUMOTLAR

Gidravlikani o'rgatadigan Suyuqlik mexanikasi sohasida tajriba o'tkazishga mo'ljallangan asos modul HM 150 va u bilan bog'liq boshqa o'qitish modullarining yig'masi gidravlika asosiy qonunlarini o'rgatishga ishlatiladi.

Asos modul suyuqlikni haydash, hajmni o'lchash uchun kerak bo'ladigan hamma vazifani bajaradi, buning uchun esa qo'shimcha qismlar, tajriba jihozlari ishlatiladi.

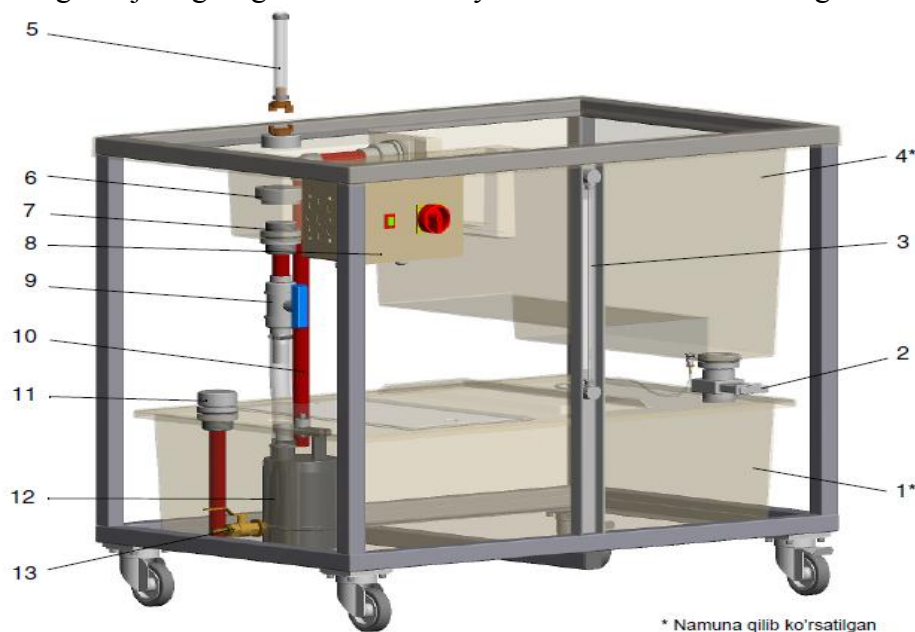
Modulning sirti shisha toladan yasalgan, turli birikmalari har xil tajriba o'tkazishga moslab qo'yilgan. Suv idish bilan o'lchov olinadigan idish tajribani suv bilan ta'minlab turadi. O'lchov idishi oqim tezligini, suv sarfini o'lchash imkonini beradi. O'lchov idish to'lganini ko'rsatadigan chiziqqa qarab unga qancha suv quyilganini ko'rib turish mumkin.

O'lchov idishi bilan modul asosiy suv idishi o'rtasiga qo'yilgan oraliq klapandan suv to'kiladi. O'lchov idish to'lib ketganda shu klapan o'zi ochilib, ichidagi suvni kamaytiradi.

Suvga cho'kib turadigan, elektrda ishlaydigan nasos har xil tajribaga bosimini har xil qilib suv beradi. Modulni yasashga kam zanglaydigan material ishlatilgan.

Blokka boshqa qismlar kerak bo'lmaydi, joyini tez o'zgartirish mumkin.

Sarf kam bo'ladigan tajribaga sig'imi 2 litrlik volyumentrli o'lchov idish oling.



1-rasm

№	Nomi	№	Nomi
1	Tokchali suv idish	8	Tashqi tugma
2	Sirg'aladigan berkitgich	9	Sarfni to'g'rilaydigan berkitgich klapan
3	Suv sathini tashqaridan o'lchaydigan datchik	10	Quyilishni nazorat qiladigan vosita
4	Suv oqim hajmini o'lchaydigan kanal o'tgan o'lchov idishi	11	Suv keladigan yo'lni nasosga ulagich

5	Nasossiz suv oladigan naycha	12	Elektrda ishlaydigan cho'kma nasos
6	O'lchov idishi	13	Suv to'kkich
7	Nasosga ulanadigan naycha		

Ishga tushirish

- 1.Modulni tekis joyga qo'ying;
- 2.Tokchasiga 10 sm yetkazmay suv idishga suv quyning;
- 3.Elektrga ulang;
- 4.Suv haydaydigan yo'l qopqog'ini burab yopib qo'ying, nasosdan chiqqan quvur uchiga shlang ulang;
- 5.Modul tugmasini bosib qo'ying;
- 6.Nasosni ishlating;
- 7.Suv oqimini o'zgartiradigan klapani sekin oching.

Sarf hajmini topish

Suv sarfini (oqayotgan hajm tezligini) topish uchun sekundometr bilan hajm o'lchanadigan HM 150 idish 20 litrdan 30 litrga to'lguncha qancha vaqt t o'tishini o'lchaysiz.

- 1.Klapani yoping;
- 2.Suv sathini tashqaridan o'lchaydigan datchik ko'rsatgichiga qarang.

Hajm tezligi (sarf) quyidagi formula bilan topiladi:

$$\dot{V} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Texnik ko'rsatkichlari

Umumiy o'lchami:

Uzunligi x kengligi x balandligi: 1220 x 760 x 1200 mm

Og'irligi: 125 kg

Nasos

Bosimi: H = 7 m

Oqadigan hajm tezligi Q = 150 L/daqqa

Ishlaydigan elektr kuchi 230 V ~, o'zgaruvchan tok ~ 50 Xz; 0,45 kW.

Ma'lumot jadvalda ko'rsatilgan

Tokchali suv idish 180 l

Suyuqlik o'lchanadigan idish

Sarf ko'p bo'lganda 40 l

Sarf kam bo'lganda 10 l

O'lchov idishi 2 l

Sekundomer 1/100 d

Jihoz yig'masi

Gidravlik tajribalar o'tkaziladigan asos modul quyidagi qismlardan tuzilgan:

- 1 dona yuzasi shisha tolali volyumetrik o'lchov idishi;
- 1 dona tokchali suv idish;
- 1 PVX klapanli quvurlar tizimi;
- 1 dona suv sathini o'lchagich;
- 1 dona elektrda ishlaydigan cho'kma nasos;

Elektr boshqargich;
O'lchov idish
Sekundomer
Laboratoriya jihozi QO'LLANMASI

Nazorat savollari.

1. HM 150 modullini ishlash prensipini tushuntiring.
2. HM 150 modulli qanday qisimlardan iborat ?
3. Hajm tezligi qanday formula bilan topiladi ?
4. Suv sathini qanday asbob bilan o'lchanadi ?

TAJRIBA ISHI №2 Bosim o'lchash usullari

Ishning maqsadi: Bosim o'lchanishining har xil usullarini o'rganish

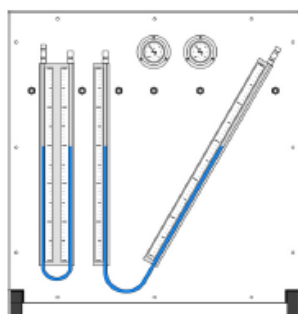
Kerakli jihozlar: Manometer paneli, kalibrlagich

UMUMIY MALUMOT

WL 203, Ikkita asbob bilan bosimni o'lchash:

- Musbat bosim o'lchanadigan U naychali manometr, qiya naychali manometr, Burdon manometri va manfiy bosim o'lchanadigan Burdon manometri laboratoriya paneliga qo'yilgan bo'ladi. Manometr ko'rsatadigan bosim plastik shpritsda beriladi

Manometr paneli Qo'llanmada aytilgan tajribalarda ishlatiladi.



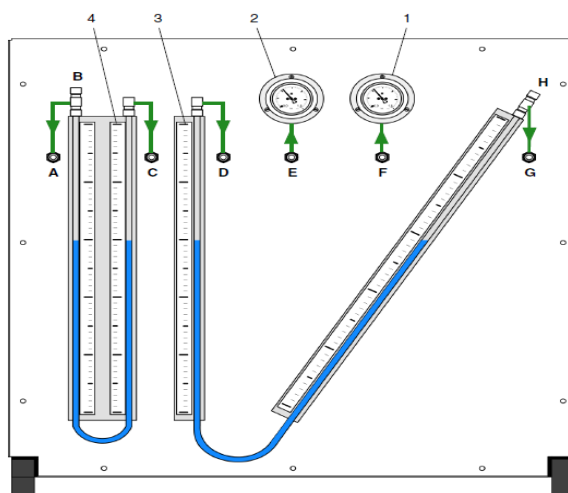
Manometer paneli



Kalibrlagich

2.-rasm. WL 203 bosim o'lchash usullari

Jihozning tuzilishi



2.1-rasm. Jihozning ko'rinishi

1	Manfiy bosim o'lchanadigan Burdon naychali manometr
2	Musbat bosim o'lchanadigan Burdon naychali manometr

3	Qiya naychali manometr
4	U naychali manometr
A- H.	Tutashgich
	Manometrga ulanadigan tomoni

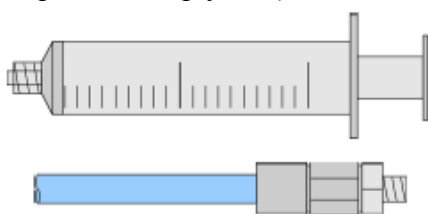
Manometr paneliga har xil manometr biriktirib qo'yiladi:

- ikkita naychali manometr:
 - U naychali bitta manometr;
 - qiya naychali bitta manometr;
- naychali Burdon manometrlari:
 - musbat bosim o'lchanadigan naychali Burdon manometri;
 - manfiy bosim o'lchanadigan naychali Burdon manometri.

2.1-rasmda ko'rsatilgandek qilib har bitta manometr tez ulanadigan shlang bilan bitta yoki ikkita ulanish nuqtasiga tutashtirib qo'yiladi.

Tutashgichlar, boshqa vositalar quyidagi maqsadga ishlatiladi:

- naycha ichiga bosim beradi;
- manometrni naychaga yoki Burdon naychasiga shlang bilan tutashtiradi;
- tiqin naychani berkitishga ishlatiladi;
- U naycha bilan qiya naychaga suyuqlik solingan bo'lishi kerak (suyuqlik B va H nuqtalaridan quyiladi).



Shlang bilan bitta yoki ikkita manometrga ulangan plastik shprits bosim beradi.

2.2-rasm. Shprits va tutashgich uchli o'lchov shlangi.

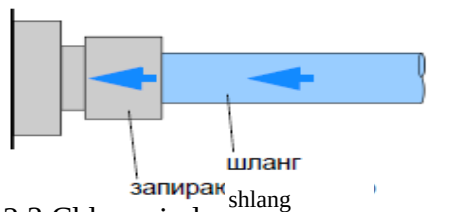
1. Tajriba o'tkazish

2.2.1 Shlangni ulash, tiqin qo'yish va ajratib olish.

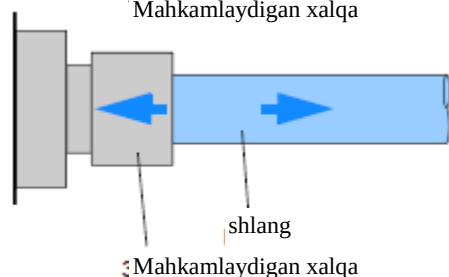
Shlangni ulash, tiqin qo'yish uchun quyidagilarni bajarasiz:

- O'lchov shlangini tutashtirib qo'ying;
- Manometrni paneldagi naycha bilan Burdon naychasiga ulang;
- Qolgan tutashish nuqtalarini tiqin bilan berkitib qo'ying.

Shlang bilan tiqinni ulash uchun quyidagilarni bajarasiz:



2.3 Chlanoni ulash
Mahkamlaydigan xalqa



2.4. Shlangni ajratish

1. Mahkamlagichni orqaga suring;
2. Shlang yoki tiqinni ulagich oldiga olib keling;
3. Ulagich ichidagi joyiga tushguncha shlang yoki tiqinni bir oz bosib qo'ying;
4. Mahkamlaydigan xalqani oldinga surib qo'ying. Shunda ulangan shlang yoki tiqin zich turadigan bo'ladi.

Shlang yoki tiqinni ajratib olish uchun quyidagilarni bajarasiz;

1. Mahkamlagichni orqaga suring;
2. Shlang yoki tiqinni tortib chiqarib oling.

2.2.2. Bosimni ko'tarish



2.5-rasm. Ulagich, o'lchov shlangi va shpritsni tutashtirish.

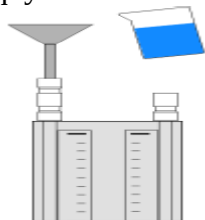
Shlang yoki tiqin ulanganda bosim bir oz ko'tariladi.

1. O'lchov shlangini ulagichga tutashtirib qo'ying (5-betdagi 2.2.1-bandda aytilgan)
2. Ortiqcha musbat bosimni o'lchash uchun:
Shpritsga havo torting.
Musbat bosimni o'lchash uchun:
Porshenini bosib shprits ichidagi havoni chiqaring.
3. Shpritsni o'lchov shlangiga burab tutashtirib qo'ying;
4. Musbat bosimda:
Sekin shprits porshenini bosing.
Manfiy bosimda:
Sekin shprits porshenini torting.

2.2.3 U naychali manometr bilan qiya naychali manometrغا suv quyish

2.6-rasm.

Manometr naychasiga suv quyish

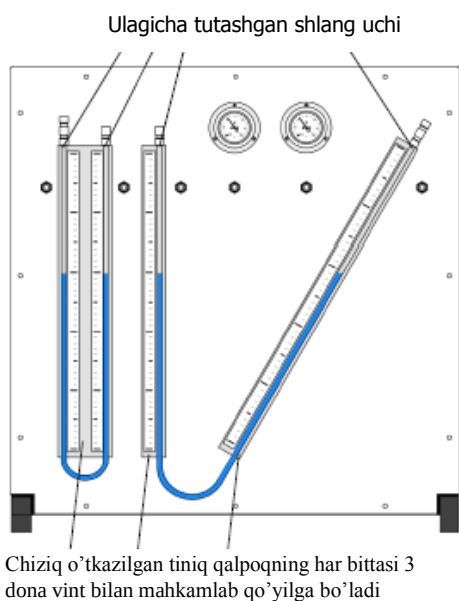


1. Ulagichdagi tiqinlarni olib qo'ying (5-betdagi 2.2.1-bandda yozilgan);
2. O'lchov idishiga taxminan 20 ml suv quying.
Suyuqlik yaxshiroq ko'rinishi uchun suvga bir-ikki tomchi siyoh soling.
3. Karnay bilan sekin quyidagi naychalarga suv quying:
 - U naychali manometrning B ulagichiga;
 - Qiya naychali manometrning H ulagichiga.

Suv sathi ikkala manometr naychasidagi «0» chizig'ining to'g'risiga kelguncha suv quying.

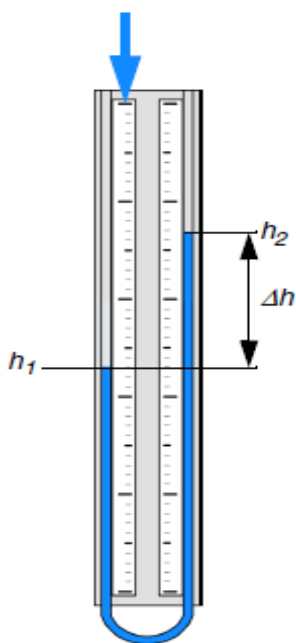
4. Agar suvda yoki havoda pufak bo'lsa:
 - U naychali manometrda A ulagichni yoki qiya naychali manometrda G ulagichni yopib qo'ying.
 - U naychali manometrning B ulagichiga yoki qiya naychali manometrning H ulagichiga o'lchov shlangini ulang.
 - Shpritsni o'lchov shlangiga burab mahkamlab qo'ying.
 - Pufaklarning hammasi ketguncha sekin manometrda (musbat yoki manfiy) bosimni ko'paytirib yoki kamaytirib turing

2.2.3. U naychali manometrda va qiya naychali manometrda suvni to'kish.



2.7-rasm. Manometrda suvni to'kish

3.1. U naychali manometr bilan bosimni o'lchash



3.1-rasm. U naychali manometr

1. Sig'imi taxminan 50 ml o'lchov idishi yoki menzurkani tayyorlab qo'ying;
2. A, B, C, D, G i H ulagichlarga tutashgan shlanglarni, kiritib qo'yilgan tiqinlarni chiqarib oling;
3. Chiziq o'tkazilgan tiniq qalpoqdagi 3 dona vintni bo'shatib qopqoqni oching.
4. Tez mahkamlanadigan shlang uchini bo'shatib shlangni ulagichdan ajratib oling;
5. To'kilayotgan suv tushadigan qilib shlang bir uchini o'lchov idishiga solib qo'ying;
6. Shlang uchini ulagich ichiga kiriting, mahkamlagich bilan zich biriktirib qo'ying.
7. Chiziq o'tkazilgan tiniq qalpoqdagi 3 dona vintni yana mahkamlab qo'ying.

U naychali manometr U ko'rinishadagi yuqorisi ochiq, yarmigagacha suyuqlik solingan, bizning misolimizda esa suv solingan naychadan iborat bo'ladi.

Bitta naycha ichiga shprits bilan havo bosimi jo'natilganda naychaga jo'natilgan shu havo bosimi ikkinchi naycha ichidagi suyuqlikni ko'taradi. Ikkita naycha ichidagi suyuqlik balandligi farqi shprits hosil qilgan bosim bilan tashqaridagi bosim o'rtasidagi farqqa teng bo'ladi. Shu bosim suv ustuni millimetri (mm WC) bilan o'lchanadi.

$$\Delta r = \rho \cdot g \cdot \Delta h \quad (3.1)$$

Δr – bosim farqi

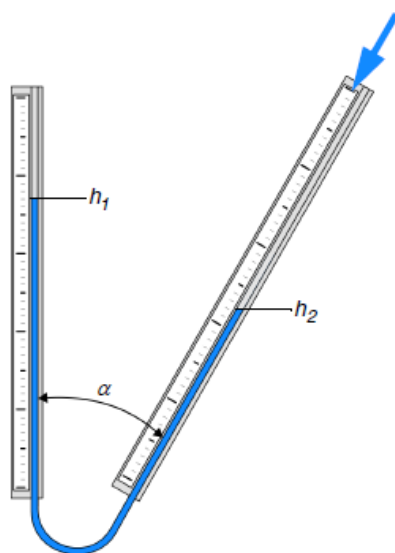
ρ – qisilgan suyuqlik zichligi
suvniki, 998,2 kg/m³ 20°C bo'lganda

g – gravitatsiyaga bog'liq tezlashish, 9,81 m/sek²

Δh – balandlik farqi

Soddalashtiradigan bo'lsak quyidagi tenglikni olamiz:
suv ustunining 1 cm 1 mbarga teng.

3.2. Qiya naychali manometr bilan bosimni o'lchash



3.2-rasm. Qiya naychali manometr.

Qiya naychali manometr U naychali manometrga o'xshab ishlaydi, lekin naychalari bir-biriga 90° darajadan kam og'gan bo'ladi. Naycha qiya bo'lgani uchun bitta naychadagi suyuqlik bosimi kamroq o'zgarganda ikkinchi naychadagi suyuqlik ustuni balandroq ko'tariladi.

Naycha og'gan burchak qancha ko'p bo'lsa bosim o'lchanishi ham shunchalik aniq bo'ladi.

O'lchangan balandlik naycha necha darajaga og'ganiga qarab to'g'rilab qo'yiladi.

$$h_{2corr} = h_2 \cdot \cos \alpha \quad (3.2)$$

h_{2corr} - naycha og'ishiga qarab to'g'rilangan balandlik.

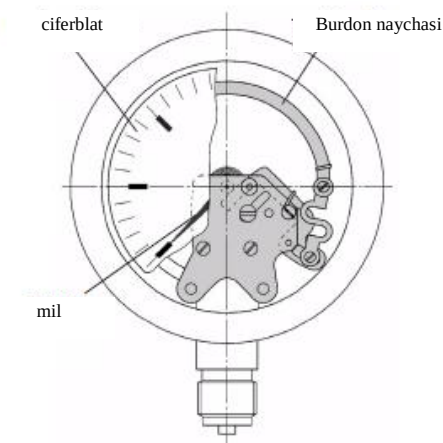
h_2 - qiya naychadagi o'lchangan balandlik

α - naycha og'gan burchak.

WL 203 modelda naychani og'ishi $\alpha = 30^\circ$ bo'ladi.

$$h_{corr} = h_2 \cdot \cos 30^\circ = h_2 \cdot 0.866 \quad (3.3)$$

3.3 Burdon naychali manometr bilan bosimni o'lchash



3.3-rasm. Burdon naychali manometr

Burdon naychasi oval kesmali egilgan quvurga o'xshagan bo'ladi. O'lchanayotgan bosim ichkaridagi naychaga keladi, bu naychani oval kesmasi dumaloq ko'rinishiga yaqin bo'ladi, sababi bosim naycha ko'ndalang kesmasini dumaloq qilishga harakat qiladi. Bosim ta'sirida o'ralgan Burdon naychasi prujinaga o'xshab to'g'rilanishga harakat qiladi.

Ichki mexanizm naychani bu harakatini aylanma harakatga o'zgartiradi, aylanma harakat esa dumaloq shkaladagi bosimni ko'rsatadigan milga beriladi.

Tajriba o'tkazish

Tajriba modulida o'tkaziladigan tajribalarni to'liq deb bo'lmaydi. Ular faqat talabalarni mustaqil tajriba o'tkazishga rag'batlantirishga mo'ljallangan. Qo'llanmada ko'rsatilgan tajriba natijalari ma'lumot uchun berilgan. Jihozga qo'yilgan qismlar, talabani tajribasi, atrofdagi sharoitga qarab tajribada olingan o'lchov Qo'llanmada ko'rsatilganidan boshqacha bo'lishi mumkin.

4. Texnik ko'rsatgichlari. Manometrli panel.

Uzunligi x kengligi x balandligi: 750 mm x 600 mm x 780 mm
 Og'irligi 12 kg
 O'lchaydigan diapazon
 Burdon naychasi qo'yilgan musbat bosimni o'lchaydigan manometr 0...60 mbar
 Burdon naychasi qo'yilgan manfiy bosimni o'lchaydigan manometr -60...0 mbar
 U naychali va qiya naychali suv ustuni manometr 500 mm (maksimal balandlik farqi)
 Qiya naychali manometrning og'ishi: 30°

Kalibrlash vositasi

Kalibrlash tartibi HM 150.02-porshenli bosim datchigining qo'llanmasida yozilgan.

4.1. Qisqartirishlar

Qisqartirish	Ma'nosi
WC	Suv ustun balandligi, mm

4.2. Formuladagi belgilar va o'lchov birliklarining ma'nosi

Belgi	Matematik/fizik ma'nosi	O'lchov birligi
g	Gravitatsiya tezlashtirishi	m/c^2
h	Balandlik	mm, cm, m
p	Bosim	mbar, WC mm
α	Burchak	°
Δh	Balandlikdagi farqi	mm, cm, m
Δp	Bosim farqi	mbar, WC mm
ρ	Zichlik	kg/m^3

Belgi	Ma'nosi
<i>corr.</i>	to'g'rilash

4.3. Tajriba natijasi yozilgan jadval

O'lchov birligi	mm^3	cm^3	litr	m^3
1 mm^3	1	0,001	0.000001	0,000000001
1 cm^3	1,000	1	0,001	0.000001
1 litr	1.000.000	1,000	1	0,001
1 m^3	1.000.000.000	1.000.000	1,000	1

4.1-jadval. O'lchov birliklarini aylantirish jadvali

O'lchov birligi	bar	mbar	Pa	kPa
1 bar	1	1000	100000	100
1 mbar	0,001	1	100	0,1
1Pa	0,00001	0,01	1	0,001
1kPa	0,01	10	1000	1

4.2-jadval. O'lchov birliklarini aylantirish jadvali.

4.4. Ish jadvali

Ulagich raqami	Shprints ichidagi musbat va manfiy bosim, ml	Naychali manometr: ☐ U naychali manometr ☐ Qiya naychali manometr					Burdon naychasi qo'yilgan manometr: ☐ – musbat bosim; ☐ – manfiy bosim. Ko'rsatgich Δp mbar
		Ko'rsatgani		Hisoblangani			
		Chap naycha, h_1 , mm suv ustuni	O'ng naycha h_2 , mm suv ustuni	Qiya naychali manometr, h_{2corr} mm suv ustuni	Δh_{2-1} yoki $\Delta h_{2corr-1}$, mm suv ustuni	Δp_{2-1} yoki $\Delta p_{2corr-1}$ v mbar	
A bosimsiz							
B bosim bilan							
C = B-A							
A bosimsiz							
B bosim bilan							
C = B-A							
A bosimsiz							
B bosim bilan							
C = B-A							

Nazorat savollari

- 1.WL 203 bosim o'lchash modulli nima vazifani bajaradi?
- 2.O'lchanadigan bosim diapazonidan ko'payib ketsa nima yuzberadi?
- 3.Qanaqangi naychali manometr bilan bosim o'lchanadi?
- 4.Bosim farqi qanday formula bilan aniqlanadi?
- 5.WL 203 modelda naychanning og'ishi nechaga teng ?

TAJRIBA ISHI №3

Gidrostatik bosimni o'lchash

Ishning maqsadi: Suv darajasi va erksiz yonlama bosim o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganish

Kerakli jihozlar: HM 150.05 gidrostatik bosimni o'lchash uskunasi.

UMUMIY MALUMOTLAR

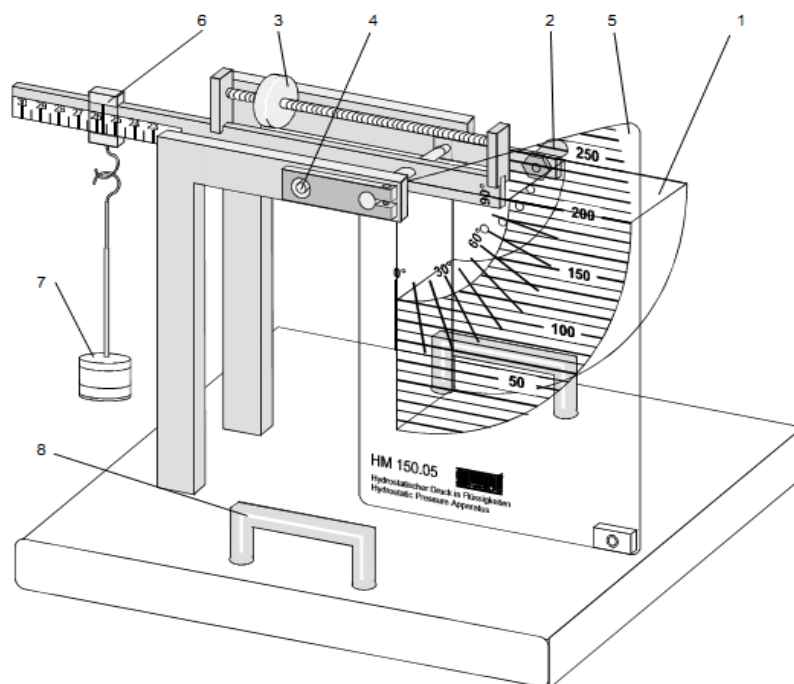
Gidrostatik bosim ta'siri kemasozlik, dambalar, to'g'onlar va to'g'onlardagi suv Darvozalari (shlyuzlar) qurilishi kabi ko'plab loyihalash sohalarida, shuningdek sanitariya-texnik kommunikasiyalar va muhandislik tarmoqlarini loyihalashda va binolarni jihozlashda katta ahamiyatga ega.

HM 150.05 gidrostatik bosimni o'lchash uskunasi yordamida quyidagi asosiy o'rganish mavzularini tajribalar o'tkazish orqali tadqiq qilish mumkin:

- Og'irlik kuchi hisobga olingan holda suyuqlikdagi bosimni taqsimlash;
- Gidrostatik bosimning "ko'ndalang kuchi";
- Ko'ndalang kuchning bosim markazi.

Mazkur sinovlar o'tkazish bo'yicha Yo'riqnomaga ilovada tuzilgan qo'llanma jadvallar keltirilgan bo'lib, ular o'tkaziladigan tajribalar natijalarini metodik baholashga yordam beradi.

Qurilma tavsifi



- | | |
|--|-------------------------------|
| 1. Suv uchun idish | 5. Suv darajasini ko'rsatgich |
| 2. To'xtatgich (stopor) | 6. Reyter |
| 3. Sirg'algichli (polzunli) rostlagich | 7. Tarozi toshi |
| 4. To'xtatish (stopor) shtifti | 8. Tutqichlar |

HM 150.05 gidrostatik bosimni o'lchash uskunasi yordamida suv darajasi va erksiz yonlama bosim o'rtasidagi bog'liqlikni tadqiq qilish mumkin. Uskuna mustahkam tuzilishga ega bo'lib, uni tezda o'rnatish mumkin. Shu tufayli ushbu uskuna maktablar va boshqa ta'lim Muassasalarida kundalik qo'llanilish uchun juda mos keladi. Uskunani ikkita tutqichi yordamida siljitib joyini o'zgartirish juda yengil amalga oshiriladi. Millimetr orttirmali millimetr shkalali shaffof o'lchov idishi suvning aniq darajasini va richag yelkasi ko'rsatkichini hisoblab chiqish imkonini beradi.

1.1. Foydalanishga joriy qilish.

Gidrostatik bosimni o'lchash uskunasi gorizontal tekislikka ega namlikka chidamli yuzaga

o'rnatilishi kerak. Suv idishini to'ldirish va bo'shatish uchun qo'shimcha idish nazarda tutilgan bo'lishi kerak.

Texnik xizmat ko'rsatish va qarash

Uskuna va uning butlovchi qismlari uchun texnik xizmat ko'rsatish deyarli talab qilinmaydi. Kalsiy gidrooksidlari hosil bo'lishining oldini olish maqsadida qurilmani foydalanilgandan so'ng bo'shatish va uni yumshoq gazlama yordamida yaxshilab quritish kerak.

Bosim markazi nazariyasi

p_{hyd} "gravitasion bosim" suyuqliklarning gidrostatik bosimi hisoblanadi. U chuqurlik kattalashib borish mobaynida o'z og'irligi oqibatida ortib boradi va quyidagi formula bo'yicha hisoblab chiqiladi:

$$p_{hyd} = \rho \cdot g \cdot t. \quad (1)$$

ρ – suv zichligi;

g – og'irlik kuchi oqibatida tezlashish ($g=9,81 \text{ m/s}^2$);

t – suyuqlik yuzasidan masofa.

Tosh terilgan to'g'onga yoki kemalar korpusiga, masalan, gidrostatik bosim tufayli ta'sir etuvchi kuchlarni hisoblab chiqish uchun quyidagi ikki harakat talab qilinadi:

- Faol yuzaga siqiluvchi yuklamani kuch ishlatiladigan joyda, "bosim markazi"da, vertikal faol yuzada qo'llaniladigan F_p teng ta'sir etuvchi kuchga qadar kamaytirish.
- Faol yuzadagi tekislikda kuch markazini aniqlash orqali ushbu bosim markazining belgilangan holatini aniqlash.

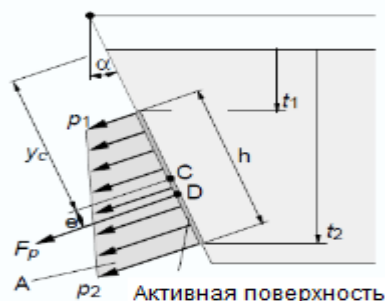
Dastlab bu bosim markazini qanday qilib aniqlash mumkinligini namoyish etadi. So'ngra F_p teng ta'sir etuvchi kuch hisoblab chiqiladi.

1.2. Bosim markazini aniqlash

Faol yuzaga ta'sir etuvchi bosim taqsimlanishining to'g'ri chiziqli epyurasi taqdim qilingan, chunki gidrostatik bosim t chuqurlikka mutanosib ravishda oshadi. F_p teng ta'sir etuvchi kuch shu tufayli faol yuzali C kuchi markaziga qo'llanilmaydi, biroq har doim o'ziga xos D bosim markazida undan biroz pastroq bo'ladi! Bosim markazining tekislikdagi kuch markazidan e masofasini aniqlash uchun quyidagi ko'rgazmali model qo'llaniladi:

- Faol yuza oldida h bosimi va p_1 - p_2 gidrostatik bosimning bosim taqsimlanishi epyurasi bilan hosil qilingan A bo'shlig'ini taqdim qilish. Ushbu bo'shliq trapesiya ko'rinishida taqdim qilingan.

- D bosim markazi ushbu A bo'shlig'ining tekislikdagi kuch markazi uzunligida joylashgan. A bo'shlig'i A_1 va A_2 to'liqsiz bo'shliqqa ajratilishi mumkin. Taalluqli tekislikdagi kuch markazlari qora nuqtalar bilan belgilangan.



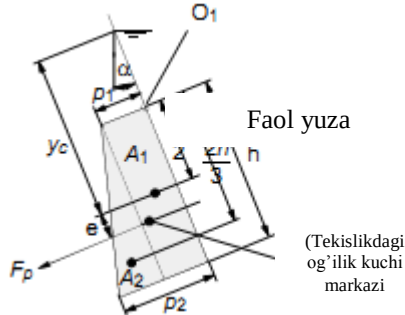
Bo'shliqlar o'rtasidagi paytlar muvozanati shundan so'ng tekislikdagi umumiy kuch markazini topish uchun O_1 nuqtasi atrofida o'rnatiladi (dinamik ta'sir F_p yo'nalishida):

$$\Sigma M^{O_1}=0: A_1 \cdot \left(\frac{h}{2} + e\right) = A_1 \cdot \frac{h}{2} + A_2 \cdot \frac{2h}{3} \quad (2)$$

bunda, $A_1 = p_1 \cdot h$, (3)

$$A_2 = \frac{p_2 - p_1}{2} \cdot h \quad \text{va} \quad (4)$$

$$A = A_1 + A_2 \quad (5)$$



natija quyidagidan iborat:

$$e = \frac{1}{6} h \frac{p_2 - p_1}{p_2 + p_1}. \quad (6)$$

Gidrostatik bosim bilan

$$p_2 = \rho g \cos \alpha \cdot \left(y_c + \frac{h}{2}\right) \quad \text{va} \quad (7)$$

$$p_1 = \rho g \cos \alpha \cdot \left(y_c - \frac{h}{2}\right) \quad (8)$$

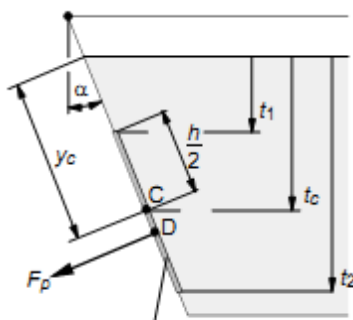
natija quyidagidan iborat:

$$e = \frac{1}{12} \frac{h^2}{y_c}. \quad (9)$$

bunda, e biz topishga urinayotgan bosim markazining faol yuza tekisligidagi kuch markazidan masofasini ifodalaydi.

Teng ta'sir etuvchi kuchni aniqlash

Faol yuzaga ta'sir etuvchi gidrostatik bosimni F_p teng ta'sir etuvchi kuch ko'rinishida ifodalash mumkin, undan qo'llaniladigan kuch to'g'ri chizig'i D bosim markazi orqali o'tadi.



Faol yuza ctiv

Ushbu teng ta'sir etuvchi kuchning miqdori faol yuzaning C tekisligida kuch markazidagi gidrostatik bosimga mos keladi:

$$p_c = \rho \cdot g \cdot t_c \quad (10)$$

p_c – faol yuza tekisligida kuch markazidagi gidrostatik bosim.

t_c – tekislikdagi kuch markazining suyuqlik yuzasidan vertikal masofasi.

Vizual sharoitlarda tekislikdagi kuch markazidagi bosim bosimning to'g'ri chizig'li taqsimlanishi tufayli aynan bosimning eng yuqori va eng quyi miqdorlari orasidagi o'rtacha miqdorga mos keladi.

Agar devor α burchagi bilan nishablansa:

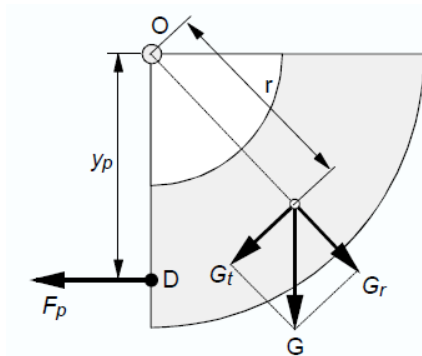
$$p_c = \rho \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot y_c. \quad (11)$$

Endi, F_p teng ta'sir etuvchi kuchni hisoblab chiqish mumkin:

$$F_p = p_c \cdot A_{\text{active}} \quad (12)$$

Bu muhim! Teng ta'sir etuvchi kuchni hisoblab chiqish uchun faol yuza tekisligidagi kuch markazi qo'llaniladi, garchi F_p teng ta'sir etuvchi kuch tomonidan qo'llaniladigan to'g'ri chiziqli bosim markazi orqali o'tsa ham (3.1-bo'limga qarang).

1.3. HM 150.05 uskunasi ishlab chiqarish rejimi



Uskunada suv idishi doimiy ko'ndalang kesimli doira kesmasi ko'rinishida ishlab chiqilgan. Kuch suvning G massasi oqibatida har doim O harakat markaziga taalluqli bir xil kinetik paytni ishlab chiqaradi, chunki faol yuzaning F_p teng ta'sir etuvchi kuchi D bosim markazi orqali o'tadi. Taalluqli ravishda, ushbu uskunadan F_p teng ta'sir etuvchi kuchni va bosim markazini aniqlash uchun foydalanish mumkin.

Ko'rib chiqilayotgan masalani namoyish qilish uchun doira kesmasini to'liq to'ldirilgan holatda tasavvur qiling. Kuchni suv hajmi markaziga qo'llaniladigan G massasi tufayli ikki tarkibiy qismga ajratish mumkin:

- Aniq harakat markazi orqali o'tadigan radial qo'llanilgan G_r tarkibiy qismi va
- O harakat markaziga ta'sir etuvchi r richag yelkasi bilan G_t urinma tarkibiy qismi.

G_r radial tarkibiy qism O harakat markaziga kuch impulsini ishlatmaydi, chunki uning richag yelkasi nol nuqtada joylashgan. Endi, suv darajasidan qat'iy nazar:

$$F_p \cdot y_p = G_t \cdot r \quad (13)$$

Bu kuch tomonidan suv hajmining G massasi oqibatida D bosim markazida F_p teng ta'sir etuvchi kuch ko'rinishida har doim bir xil kinetik payt ishlatilishini anglatadi.

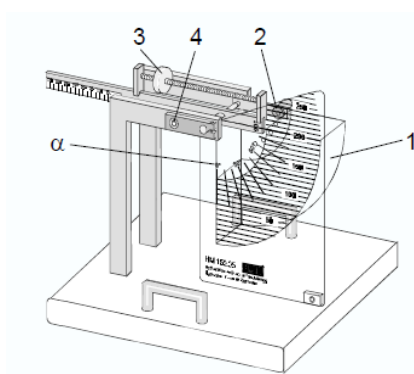
Formula chiqish qismi (13) doira kesmasi kuch markazini va uning hajmini aniqlash orqali o'tadi.

Bosim markazi bilan bog'liq tajribalar

1.4. Suv uchun idish vertikal o'rnatilgan holatda bosim markazi

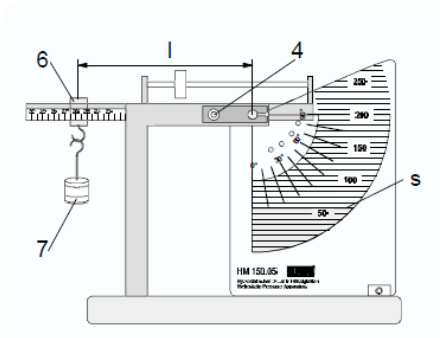
1.4.1. Tajribalarni o'tkazish

1.4.1.1. Suv uchun idishlarni muvozanatlashtirish



- Suv idishini (1) to'xtatgich (stopor) (2) yordamida, rasmda ko'rsatilgandek, $\alpha = 0^\circ$ burchak ostida o'rnatish.
- Reyterni (6) mahkamlang, richag yelkasini shkalaga o'rnatish (masalan, $I = 150$ mm).
- Uskunani aylanadigan sirg'algichli (polzunli) rostlagich (3) yordamida muvozanatlashtirish: to'xtatish (stopor) shtifti (4) aniq ushbu shtift uchun tirqish o'rtasida joylashgan bo'lishi kerak.

1.4.1.2. O'lchovlarni amalga oshirish



- Uskuna muvozanatlashgunga qadar suvni quyib to'ldiring (to'xtatish (stopor) shtifti (4) tirqish o'rtasida).
- s suv darajasi ko'rsatkichlarini oling va ularni tayyor qo'llanma jadvalga yozib qo'ying (Ilovaga qarang).
- Osib qo'yilgan tarozi toshi (7) yuklamasini 0.5 – 1 N ga orttirma bilan oshirib boring va o'lchovni takrorlang.

1.4.2. Suv uchun idish vertikal o'rnatilgan holatda bosim markazi

O'lchanadigan kattaliklar:

s – suv darajasi ko'rsatkichlari;

I – massa oqibatida kuch modulining richag yelkasi;

F_G – osib qo'yilgan tarozi toshi yuklamasi tufayli kuch moduli.

Bosim markazini aniqlash

Suv sathi 100 mm belgidan past holatda, faol yuza balandligi suv darajasi bilan o'zgaradi. Agar suv sathi ushbu belgidan yuqori bo'lsa, faol yuza balandligi har doim 100 mm.ni tashkil etadi.

Belgilanishi:

s – Suv darajasi.

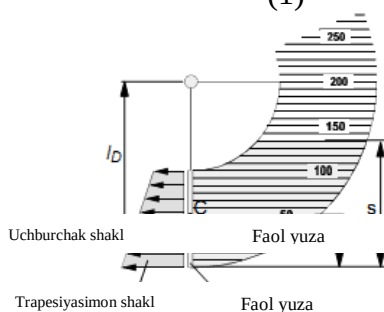
e – D bosim markazining faol yuzaning C tekisligidagi kuch markazidan masofasi.

I_D – Uskunaning harakat markazidan masofasi:



Suv darajasigacha $s < 100$ mm:
(bosim uchburchak shaklga ega)

$$e = \frac{1}{6} \cdot s \quad (1)$$



$$I_D = 200 \text{ mm} - \frac{1}{3} \cdot s \quad (2)$$

Suv darajasi uchun $s > 100$ mm:
(bosim trapesiyasimon shaklga ega)

$$e = \frac{1}{12} \cdot \frac{(100 \text{ mm})^2}{s - 50 \text{ mm}} \quad (3)$$

$$I_D = 150 \text{ mm} + e \quad (4)$$

1.4.2.1. Teng ta'sir etuvchi kuchni aniqlash

Teng ta'sir etuvchi kuch faol yuzaning C tekisligida kuch markazidagi gidrostatik bosimga mos keladi. Shunday qilib, s suv sathining balandligi qayta differensiasiyalanishi kerak.

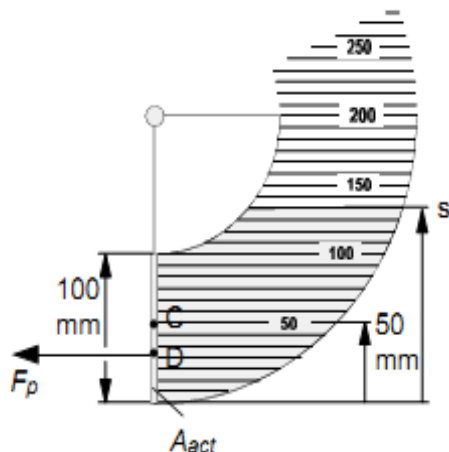
Belgilanishi:

A_{act} – Faol yuza maydoni.

b = 75 mm – Suyuqlik idishining kengligi.

p_c – Tekislikda kuch markazidagi gidrostatik bosim.

F_p – Faol yuzadagi gidrostatik bosim uchun teng ta'sir etuvchi kuch:



$s < 100$ mm uchun:
(uchburchak shakl)

$$p_c = \rho \cdot g \cdot \frac{s}{2} \quad \text{va} \quad A_{act} = s \cdot b \quad (5)$$

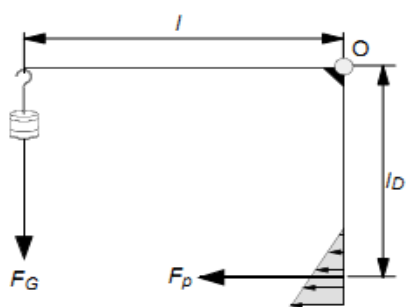
$s > 100$ mm uchun:
(trapesiyasimon shakl)

$$p_c = \rho \cdot g \cdot (s - 50 \text{ mm}) \quad \text{va} \quad A_{act} = 100 \text{ mm} \cdot b \quad (6)$$

Teng ta'sir etuvchi kuch quyidagi ko'rinishda taqdim qilinadi:

$$F_p = p_c \cdot A_{act} \quad (7)$$

1.4.2.2. Paytlar muvozanati



Hisoblab chiqiladigan o'zgaruvchan kattaliklar:

F_G – Osib qo'yilgan tarozi toshi.

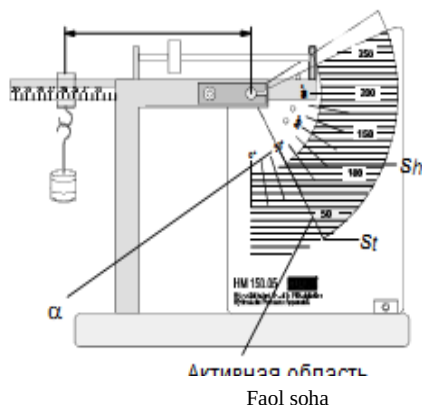
l – Osib qo'yilgan tarozi toshining O harakat markaziga taalluqli richag yelkasi.

O harakat markazi atrofidagi paytlar muvozanatini, nazariyasini tekshirish uchun quyidagilarni aniqlash va tekshirish mumkin:

$$\Sigma M^{(O)} = 0: F_G \cdot l = F_p \cdot l_D \quad (8)$$

1.5. Suv uchun idish vertikal o'rnatilgan holatda bosim markazi

1.5.1. Tajribalarni o'tkazish



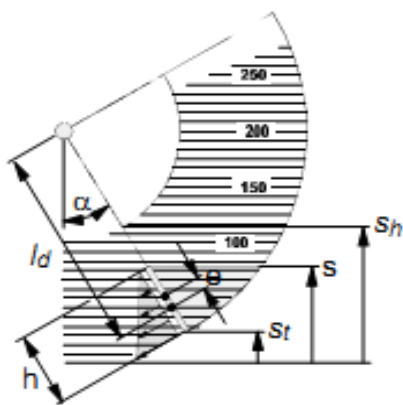
- 4.1.1.1-kichik bandida tavsiflanganidek, α burchagini belgilang va suv idishini muvozanatlang.
- Ko'rsatkichlar miqdorini tayyor qo'llanma jadvalga yozib qo'ying: faol yuzaning s_t pastki suv darajasi miqdori va s_h yuqori suv darajasi miqdori.
- 4.1.1.2-kichik bandida tavsiflanganidek, o'lchovni amalga oshiring.

1.5.2. Tajribaning son qiymatlarini aniqlash

Nishablangan idish va vertikal holatda o'rnatilgan idishning son qiymatlarini aniqlash o'rtasidagi farq nishablangan faol yuzada suv darajalari o'zgarishida asos yaratadi: Bu yerda $\cos \alpha$ koeffitsiyenti hisobga olinishi kerak

1.5.2.1. Bosim markazini aniqlash

Suv idishi ham nishablangan holatda o'rnatilganda, suv darajasi s_h miqdoridan past bo'lganda bosimning uchburchak shakli hosil bo'ladi; ushbu darajadan yuqori bo'lganda bosimning trapesiyasimon shakli hosil bo'ladi.



O'lchanadigan kattaliklar:

s – Suv darajasi ko'rsatkichi.

α – Suv idishining nishablik burchagi.

Belgilanishi:

s_t – Idishning quyi nuqtasidagi suv darajasi.

s_h – Faol yuza chekkasidagi suv darajasi.

e – Bosim markazining belgilangan holati.

h – Faol yuza balandligi.

l_D – Bosim markazi/harakat markazi o'rtasidagi masofa.

$s < s_h$ suv darajasi uchun uchburchak shakl quyidagi tarzda qo'llaniladi:

$$h = \frac{s - s_t}{\cos \alpha} \quad (9)$$

$$e = \frac{1}{6} \cdot h \quad (10)$$

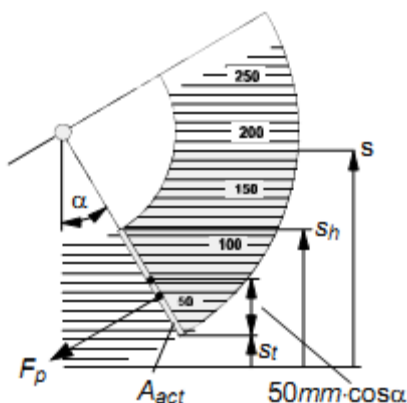
$$l_D = 200 \text{ mm} - \frac{1}{3} \cdot h \quad (11)$$

$s > s_h$ suv darajasi uchun trapesiyasimon shakl quyidagi tarzda qo'llaniladi:

$$e = \frac{1}{12} \cdot \frac{(100 \text{ mm})^2}{\frac{s - s_t}{\cos \alpha} - 50 \text{ mm}} \quad (12)$$

$$l_D = 150 \text{ mm} + e \quad (13)$$

1.5.2.2. Teng ta'sir etuvchi kuchni aniqlash



Belgilanishi:

A_{act} – Faol yuza maydoni.

$b = 75 \text{ mm}$ – Suyuqlik idishining kengligi.

p_c – Faol yuza tekisligida kuch markazidagi gidrostatik bosim.

4.2.2.1-kichik bandida qayd etilgan h kattalikdagi $s < s_h$ miqdorlar uchun:

$$p_c = \rho \cdot g \cdot \frac{s - s_t}{2} \quad \text{va} \quad A_{act} = h \cdot b \quad (14)$$

$s > s_h$ miqdorlar uchun trapesiyasimon shakl quyidagi tarzda qo'llaniladi:

$$\rho_c = \rho \cdot g \cdot (s - s_t - 50 \text{ mm} \cdot \cos \alpha) \quad (15)$$

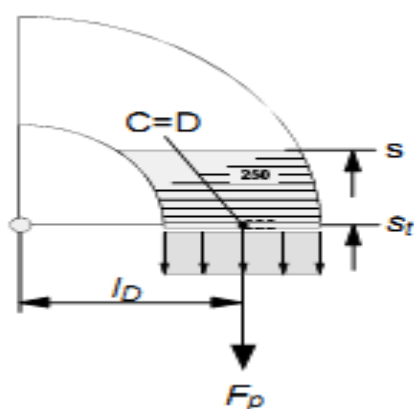
$$A_{act} = 100 \text{ mm} \cdot b \quad (16)$$

Teng ta'sir etuvchi kuch quyidagi ko'rinishda taqdim qilinadi:

$$F_p = \rho_c \cdot A_{act} \quad (17)$$

1.5.2.3. Paytlar muvozanati Natijalarni, 4.1.2.3-kichik bandida tavsiflanganidek, paytlar muvozanati yordamida tekshirish mumkin.

1.6. Suv uchun idish 90° burchak ostida o'rnatilgan holatda bosim markazi



$\alpha = 90^\circ$ burchak alohida holatni ifodalaydi. Bosimni taqsimlash epyurasining natija beruvchi kattaligi uchburchak shakliga ega, chunki gidrostatik bosim har qanday faol yuza nuqtasida bir xildir. Shu sababli, C bosim markazi faol yuzaning D tekislikdagi kuch markazi bo'yicha o'tadi:

$$e = 0 \quad (18)$$

va richag yelkasiga ega:

$$I_D = 150 \text{ mm}. \quad (19)$$

Teng ta'sir etuvchi kuch quyidagi ko'rinishda taqdim qilinadi:

$$F_p = \rho \cdot g \cdot (s - s_t) \cdot (100 \text{ mm} \cdot b) \quad (20)$$

Natijalarni, 4.1.2.3-kichik bandida tavsiflanganidek, paytlar muvozanati yordamida tekshirish mumkin.

3. Bosim markazi ma'lumotlari uchun qo'llanma jadval

Burchak α [°]		Suv darajasining quyi miqdori s_t [mm suv ustuni]		Suv darajasining yuqori miqdori s_h [mm suv ustuni]	
Richag yelkasi I [mm]	Osib qo'yilgan tarozi toshi F_G [N]	Suv darajasining ko'rsatkichlari s [mm]	Richag yelkasining hisoblab chiqilgan miqdori I_D [mm]	Teng ta'sir etuvchi kuch F_p [N]	

Burchak α [°]		Suv darajasining quyi miqdori s_t [mm suv bosimi]		Suv darajasining yuqori miqdori s_h [mm suv bosimi]	
Richag yelkasi I [mm]	Osib qo'yilgan tarozi toshi F_G [N]	Suv darajasining ko'rsatkichlari s [mm]	Richag yelkasining hisoblab chiqilgan miqdori I_D [mm]	Teng ta'sir etuvchi kuch F_p [N]	

Burchak α [°]		Suv darajasining quyi miqdori s_t [mm suv ustuni]		Suv darajasining yuqori miqdori s_h [mm suv ustuni]
Richag yelkasi I [mm]	Osib qo'yilgan tarozi toshi F_G [N]	Suv darajasining ko'rsatkichlari s [mm]	Richag yelkasining hisoblab chiqilgan miqdori I_D [mm]	Teng ta'sir etuvchi kuch F_p [N]

1.7. Shartli belgilar va o'lchov birliklari

ρ	Suyuqlik zichligi	g/sm^3
p_{hyd}	Gidrostatik bosim	mm suv bosimi
p_c	Faol yuza tekisligida kuch markazidagi gidrostatik bosim	mm suv bosimi
F_p	Bosim markazida teng ta'sir etuvchi kuch	N
F_G	Osib qo'yilgan tarozi toshi yuklamasi oqibatidagi kuch	N
G	O'lchov idishdagi suv massasi oqibatidagi kuch	N
h	Faol yuza balandligi	mm
b	Suyuqlik idishi kengligi	mm
s	Suv darajasi ko'rsatkichi / shkalasi	mm
s_h	Faol yuzaning yuqori nuqtasidagi suv darajasi	mm
s_t	O'lchov idishining quyi nuqtasidagi suv darajasi	mm
e	Bosim markazi va tekislikdagi og'irlik kuchi markazi o'rtasidagi masofa	mm
I_D	F_p teng ta'sir etuvchi kuchning richag yelkasi	mm
I	Yuklama oqibatidagi kuchning richag yelkasi	mm
U_p	Bosim markazi va faol yuza bo'ylab suyuqlik darajasi o'rtasidagi masofa	mm
U_c	Tekislikdagi og'irlik kuchi markazi va faol yuza bo'ylab suyuqlik darajasi o'rtasidagi masofa	mm
A_{act}	Faol yuza maydoni	mm^2

1.8. Texnik ma'lumotlar

Tashqi (gabarit) o'lchamlar: uzunligi $\times$ kengligi $\times$ balandligi	$400 \times 500 \times 360 \text{ mm}^3$
O'lchov idishining hajmi:	taxminan 1,8 l
Og'irligi:	taxminan 10 kg

Nazorat savollari.

1. Bosimni o'lchash uskunasida qanday tajribalar o'tkaziladi?
2. Qurilma qanday qismlardan iborat.
3. Gravitatsion bosim qanday aniqlanadi?
4. Bosim markazini aniqlash formulasini tushuntiring.
5. Og'irlik markazini aniqlash formulasini tushuntiring.

TAJRIBA ISHI №4

Mavzu: Bernulli teoremasi o'rganish

Ishning maqsadi: Suyuqliklarni uzatishda quvurning diamitrini turli xil bo'lganda bosimni o'lchash usullarini o'rganish.

Kerakli jihozlar: HM 150.07 tajriba uskunasidan

UMUMIY MA'LUMOT

Bosim o'lchashning olti nuqtali Venturi soplosidan o'lchov uskunasi sifatida foydalaniladi. 7 ta naychali manometr panelida oltita statik bosim va umumiy bosim aks ettiriladi.

Bundan tashqari, umumiy bosim Venturi soplosidagi turli nuqtalarda o'lchanishi mumkin. O'lchash Venturi soplosining o'qi yo'nalishida siljitish mumkin bo'lgan zond yordamida amalga oshiriladi. Zond qisqichli salnik bilan muhrlangan.

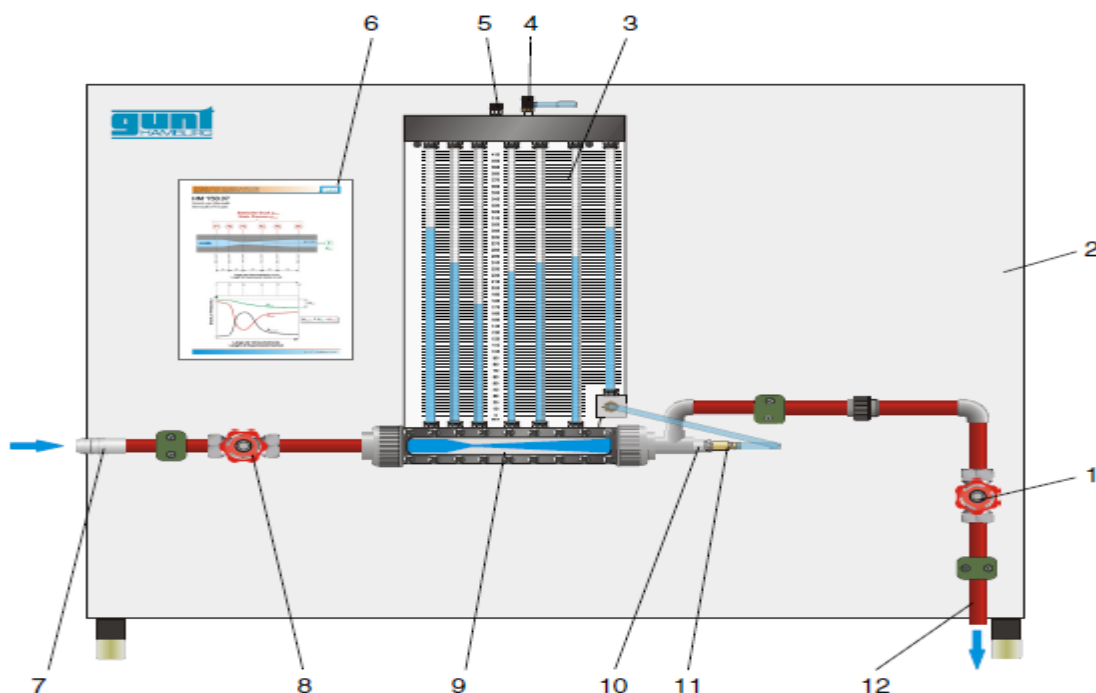
Suv uzatilishi yoxud **HM 150** Suv mexanikasi bo'yicha tajribalar uchun asosiy moduldan, yoxud laboratoriya tarmog'idan amalga oshiriladi.

HM 150 suv ta'minoti berk zanjirini o'rnatish uchun ishlatilishi mumkin.

Hosil qiluvchi kontent

- Sarflanadigan / konvergent quvur sarflanishi bilan energiyani o'zgartirish.
- Venturi soplosida bosim pofilini yozish.
- Venturi soplosida tezlik pofilini aniqlash.
- Sarf-xarajat koeffitsiyentini aniqlash.
- Ishqalanish ta'sirini aniqlash.

2. Uskuna tavsifi



1	Chiqarish klapani
2	O'rganish paneli
3	7 ta naychali manometr
4	Qayta o'tkazuvchi klapan
5	Bo'shatish klapani
6	Axborot paneli
7	Suv uzatish shlangini ulash

8	Kiritish klapani
9	Bosim o'lchovining olti nuqtali Venturi soplosi
10	Salnikli zichlagich
11	Umumiy bosim uchun o'lchov zondi (o'qli harakatlanish orqali)
12	Chiqish qismi

2.1-rasm: Tajriba blokining maketi.

• 3.1. Tajribaga tayyorgarlik

- 150 HM tajriba blokini chiqish qismi suvni o'lchov bakchasiga yo'naltiradigan tarzda holatga o'rnatish.

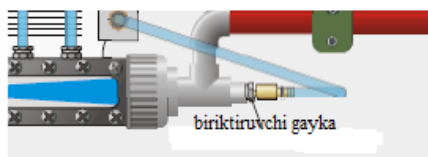
HM 150 va HM 150.07 o'rtasida shlang birikmasini o'rnatish.

3.2. Tajribani bajarish

Bosimni o'lchash uchun **HM 150** uskunasi o'lchov baki bo'sh bo'lishi va chiqarish klapani ochiq holatda bo'lishi kerak. Aks holda, o'lchov sig'imidagi suv darajasi ko'tarilganda nasos bosimi o'zgaradi. Bu bosim sharoitlari o'zgarishiga olib keladi. Nasosga dam beradigan doimiy bosim past oqim tezligida muhim ahamiyatga ega bo'ladi, aks holda, o'lchash natijalari soxtalashtirilishi mumkin.

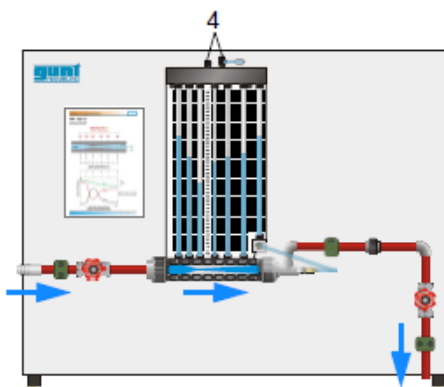
Oqim tezligini o'zgartirish uchun har ikki klapan har doim o'lchangan bosim display diapazonida bo'ladigan tarzda takroran to'g'rilanishi kerak.

O'lchov zondi yordamida o'lchash uchun o'lchov zondi Venturi soplosining ko'ndalang kesimini kamaytirishini qayd etib o'tish muhim.



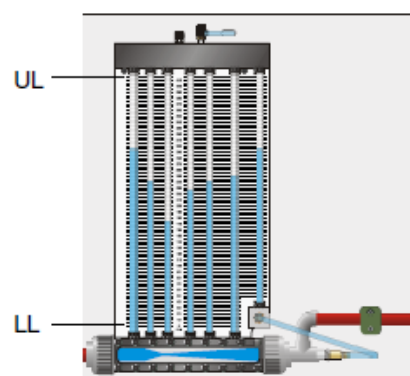
3.1-rasm.

- **HM 150** berkitish klapanini oching.
- Salnik zondi bloki gaykasini zond biroz qarshilik bilan siljish imkoni bo'ladigan tarzda rostlang (3.1-rasmga qarang).
- Kiritish va chiqarish klapanlarini oching.



3.2-rasm.

- **Nasosni ulang va HM 150da** klapani asta-sekin oching.
- 7 ta naychali manometrdagi qayta o'tkazuvchi klapani (4) oching.
- Naycha manometri yoritilgungacha klapani yaxshilab yoping.
- Chiqarish klapanini oching.
- Bo'shatish klapanini (5) oching.
- Qayta o'tkazuvchi klapani (4) yoping.



3.3-rasm.

- Kiritish va chiqarish klapanlarini suv darajasining yuqori chegarasidan yuqori yoki o'lchov diapazonining quyi chegarasidan past harakatlanmaydigan tarzda bir vaqtda rostlash orqali manometr naychalaridagi suv darajasini rostlang.
- Barcha o'lchov nuqtalaridagi bosimni yozib qo'ying, so'ngra umumiy bosim zondini taalluqli o'lchov darajasiga ko'chirib o'tkazing va umumiy bosimni qayd eting.
- Oqim tezligini aniqlang. Buni amalga oshirish uchun 150 HMda o'lchov bakini 20 l.dan 30 l.gacha to'ldirish uchun talab qilinadigan t vaqtni to'xtating.

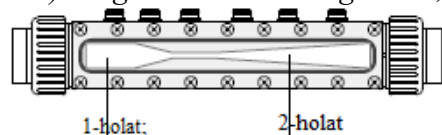
3.3. Tajribani baholash

O'lchangan miqdorlar Bernulli tenglamasi yordamida solishtiriladi.

Doimiy h bosim uchun Bernulli tenglamasi:

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{w_1^2}{2} = \frac{p_2}{\rho} + \frac{w_2^2}{2} = konst \quad (3.1.)$$

Ishqalanish uchun yo'qotishlarni hamda p_1 va p_2 bosimning statik bosimlarga (suv ustunlari) o'zgarishini e'tiborga olib, h_1 va h_2 quyidagilarni hosil qiladi:



$$h_1 + \frac{w_1^2}{2g} = h_2 + \frac{w_2^2}{2g} + h_{loss} \quad (3.2.)$$

3.4-rasm.

p_1 : A kesimidagi bosim.

h_1 : A kesimidagi suv ustuni balandligi.

w_1 : A kesimidagi oqim tezligi.

p_2 : A_2 kesimidagi bosim.

h_2 : A_2 kesimidagi suv ustuni balandligi.

w_2 : A_2 kesimidagi oqim tezligi.

ρ : Muhit zichligi = suv kabi siqilmaydigan suyuqlik uchun konstanta.

h_{loss} : bosim yo'qotilishi.

Ommaviy sarflanish – yopiq tizimlarda doimiy:

$$m_1 = m_2 \quad (3.3.)$$

3.5-rasm.

Berilgan:

$$m = V \cdot \rho \quad (3.4.)$$

bunda

$$V_1 \cdot \rho = V_2 \cdot \rho \quad (3.5.)$$

$$V_1 = V_2 \quad (3.6.)$$

Berilgan:

$$V = A \cdot w \quad (3.7.)$$

bunda

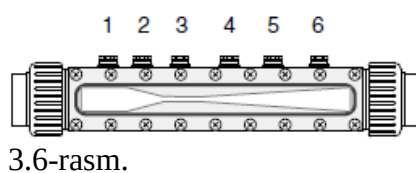
$$A_1 \cdot w_1 = A_2 \cdot w_2 = V = konst. \quad (3.8.)$$

3.1.1. Venturi soplosida tezlik profili

Venturi soplosi oltita o'lchov nuqtasiga ega.

Jadvalda standartlashtirilgan ma'lumotnoma tezligi keltirilgan bo'lib, u Venturi soplosi geometriyasi bilan aniqlanadi:

$$\bar{w}_i = \frac{A_1}{A_i} \quad (3.9.)$$



O'lchov nuqtasi I	A $\text{mm}^2.\text{da}$	$\bar{w}$
1	338,6	1,00
2	233,5	1,45
3	84,6	4,00
4	170,2	1,99
5	255,2	1,33
6	338,6	1,00

3.1-jadval.

Ma'lumotnoma tezligi w nazariy tezlikni dastlabki miqdordan Venturi soplosidagi oltita o'lchov nuqtasida hisoblab chiqish imkonini beradi.

Doimiy oqimda nazariy tezliklarni hisoblab chiqish uchun dastlabki miqdor belgilanadi:

$$w_1 = \frac{V}{A_1} \quad (3.10.)$$

So'ngra w_1 tezligi $\bar{w}$ miqdoriga ko'paytiriladi. Navbatdagi jadvalda turli oqimlar uchun natijalar ko'rsatilgan:

I	h_1 mm.da (suv ustuni)	h_2 mm.da (suv ustuni)	h_3 mm.da (suv ustuni)	h_4 mm.da (suv ustuni)	h_5 mm.da (suv ustuni)	h_6 mm.da (suv ustuni)	t 10 l	V l/soniya
$h_{stat.}$	270	260	66	167	187	195	67 c	0,15
$h_{total.}$	290	282	257	236	231	230		
$h_{dyn.}$	20	22	191	69	44	35		
I	w_1 m/s.da	w_2 m/s.da	w_3 m/s.da	w_4 m/s.da	w_5 m/s.da	w_6 m/s.da		
$w_{meas.}$	0,63	0,66	1,94	1,17	0,93	0,63		
w_{calc}	0,44	0,64	1,76	0,88	0,59	0,44		
I	h_1 mm.da (suv ustuni)	h_2 mm.da (suv ustuni)	h_3 mm.da (suv ustuni)	h_4 mm.da (suv ustuni)	h_5 mm.da (suv ustuni)	h_6 mm.da (suv ustuni)	t 10 l	V l/soniya
$h_{stat.}$	194	186	66	124	138	143	83 c	0,12
$h_{total.}$	200	197	164	162	159	159		
$h_{dyn.}$	6	11	98	38	21	16		
I	w_1 m/s.da	w_2 m/s.da	w_3 m/s.da	w_4 m/s.da	w_5 m/s.da	w_6 m/s.da		
$w_{meas.}$	0,11	0,15	0,44	0,27	0,20	0,18		
w_{calc}	0,36	0,52	1,44	0,72	0,48	0,36		

Jadval quyidagi nisbatlarni o'z ichiga oladi:

Dinamik suv ustuni balandligi hisob-kitoblari:

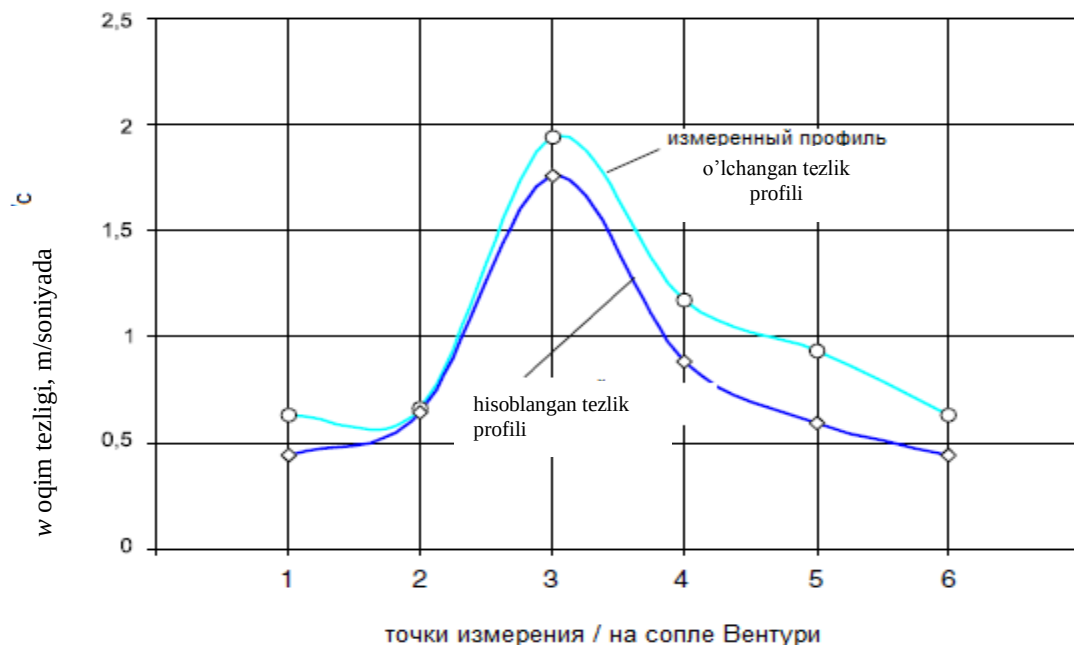
$$h_{dyn.} = h_{total} - h_{stat.} \quad (3.11.)$$

w tezligi quyidagi formuladan foydalanib o'lchangan dinamik bosim tarkibiy qismidan hisoblab chiqilgan:

$$w = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p_{dyn.}}{\rho}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_{dyn.}} \quad (3.12.)$$

Grafik Venturi soplosidagi 0,15 l/soniya oqim uchun o'lchangan va hisoblab chiqilgan tezlik profilini ko'rsatadi.

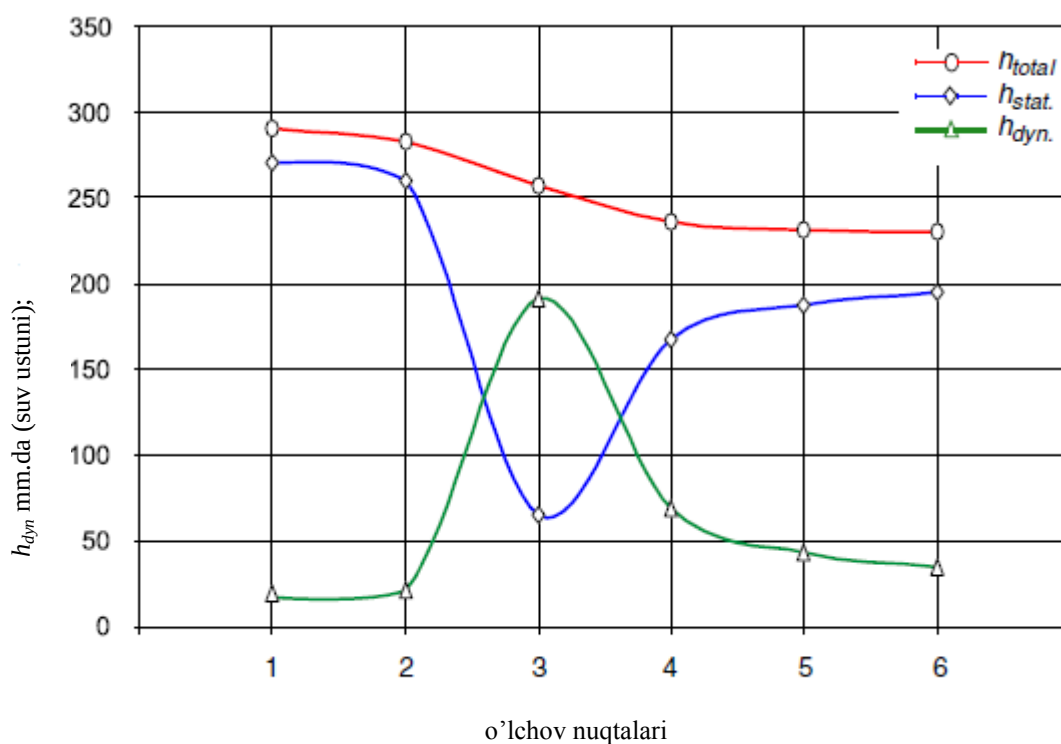
Farqlar o'lchov noaniqligi tufayli yuzaga kelgan.



3.7-rasm: Venturi soplosidagi tezlik profilini.

3.3.2. Venturi soplosida bosim profili

Venturi soplosi orqali oqim tufayli yuzaga keladigan bosim o'zgarishi bevosita taqdim qilinishi mumkin.



3.8-rasm: Venturi soplosidagi bosim profili.

Aniq ko'rinib turibdiki, quyidagi tenglama:

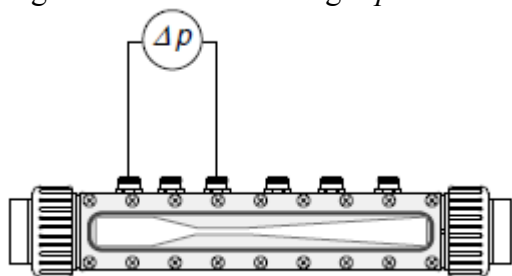
$$h_{dyn.} = h_{total} - h_{stat.} \quad (3.13.)$$

har bir nuqtada qo'llaniladi.

Bosimning biroz yo'qotilishi (h_{total}) ham Venturi soplosi orqali oqim bilan aniqlanishi mumkin.

3.3.3. O'tkazuvchanlik imkoniyati koeffitsiyentini aniqlash

Venturi soplosidan oqimni o'lchash uchun ham foydalaniladi. Bosimning yuz berayotgan yo'qotilishlari tirqish oqimini o'lchashdagi yo'qotilishlarga nisbatan pastroq. Soploning kirish va eng tor diametri o'rtasidagi Δp bosim farqlaridan oqim o'lchovi sifatida foydalaniladi.



3.9-rasm.

$$\dot{V} = K_v \cdot \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}} = K_v \cdot \sqrt{g \cdot \Delta h} \quad (3.14.)$$

K_v o'tkazuvchanlik imkoniyati koeffitsiyenti, odatda, Venturi soplosini ishlab chiqaruvchi tomonidan taqdim qilinadi. Agar K_v miqdori noma'lum bo'lsa, u quyidagi tenglamadan foydalanib, ma'lum oqimdagi Δp bosim yo'qotilishlaridan aniqlanishi mumkin:

$$K_v = \dot{V} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p}} = \frac{\dot{V}}{\sqrt{g \cdot \Delta h}} \quad (3.15.)$$

Navbatdagi jadvalda turli oqimlar uchun bosim yo'qotilishlari va o'tkazuvchanlik imkoniyati koeffitsiyenti ko'rsatilgan:

	V = 0,15 L/s		V = 0,12 L/s		V = 0,08 L/s	
O'lchov nuqtasi i	Δh mm.da (suv ustuni)	K_v mm ² .da	Δh mm.da (suv ustuni)	K_v mm ² .da	Δh mm.da (suv ustuni)	K_v mm ² .da
1	204	3,32	128	3,35	55	3,41
3						

3.3-jadval.

4.1. Texnik ma'lumotlar

Tashqi (gabarit) o'lchamlar

Uzunligi x kengligi x balandligi 1100 mm x 680 mm x 900 mm

Og'irligi taxminan 28 kg

Uzatilishi

Sovuq suv ta'minoti

Oqim, minimal 720 l/soat

Bosim, minimal 0,5 Bar

7 ta naychali manometr

O'lchov diapazoni

Statik bosim 0...410 mm WC

Umumiy bosim 50...410 mm WC

Pito naychasi

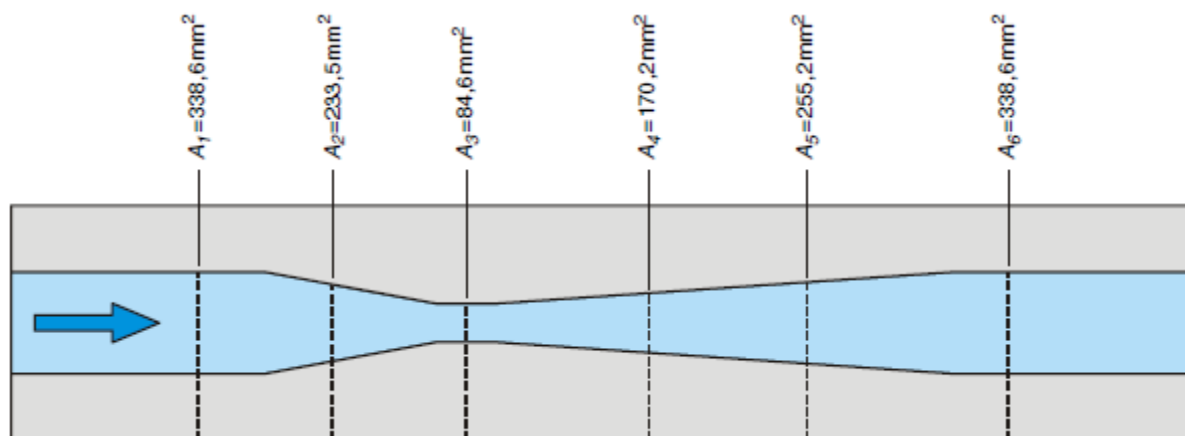
Rostlanadigan diapazon

0...200 mm

Diametr

2 mm

Ko'ndalang kesimi

 $3,14 \text{ mm}^2$ **Venturi soplosi****4.2. Jadvallar va diagrammalar**

Birlik	l/soniya	l/daqiq	l/soat	m³/daqiq	m³/soat
1 l/soniya	1	60	3600	0,06	3,6
1 l/daqiq	0,01667	1	60	0,001	0,06
1 l/soat	0,000278	0,01667	1	0,00001667	0,001
1 m³/daqiq	16,667	1000	0,0006	1	60
1 m³/soat	0,278	16,667	1000	0,01667	1

4.1-jadval. Oqim tezligi birliklarini o'zgartirish jadvali.

Birlik	Bar	mbar	Pa	gPa	kPa	mm VC *
1 Bar	1	1.000	100.000	1.000	100	10.000
1 mbar	0,001	1	100	1	0,1	10
1 Pa	0,00001	0,01	1	0,01	0,001	0,1
1 gPa	0,001	1	100	1	0,1	10
1 kPa	0,01	10	1.000	10	1	100
1 mm.da (suv ustuni)*	0,0001	0,1	10	0,1	0,01	1

4.2-jadval. Bosim birliklarini o'zgartirish jadvali.

Nazorat savollari.

- 1.HM150 modulli qanday qismlardan iborat?
- 2.Bernulli tenglamasi qanday aniqlanadi?
- 3.Dinamik suv ustuni balandligi qanday aniqlanadi?

4. Doimiy oqimda nazariy tezliklarni hisoblab chiqish uchun dastlabki miqdor qanday belgilanadi?
5. K_v o'tkazuvchanlik imkoniyati koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?

TAJRIBA ISHI №5

Quvur tizimini o'rganish. Mahalliy qarshiliklarni o'rganish

Ishning maqsadi : «Quvur tizimi qismlarini kalibrlash va bosim yo'qolishi ko'rsatgichlari shu quvur tizimidagi konstantani topishga ishlatiladi.

Kerakli jihozlar: Quvur tizimidagi quvur qismlarini kalibrlash

UMUMIY MALUMOTLAR

Quvur montaj qilingandagi asosiy muammo murakkab quvur tizimidagi bosim bilan sarfni topish bo'lib qoladi. HM 111 Laboratoriya jihozi tuzilishi har xil quvur tizimlarini o'rganish imkonini beradi. Jihoz bilan har xil quvur tizimlarini tuzib chiqish mumkin. Alohida quvur qanday ishlashidan boshlab murakkab tuzilishli quvurlar qanday ishlashigacha tajriba qilib ko'rsa bo'ladi. Laboratoriya jihoziga bundan tashqari nasos qo'yilgan suv idish va tizimdagi sarfni o'lchaydigan idish ham qo'shib beriladi. SHu vositalardan foydalanib talabalar suv aylanadigan yopiq quvur tizimida tajriba o'tkazishlari mumkin. Bosimni o'lchashga ikkita naychali manometr bilan bosim farqini o'lchaydigan manometr ishlatiladi. Ikkalasining ham o'lchash diapazoni ancha katta.

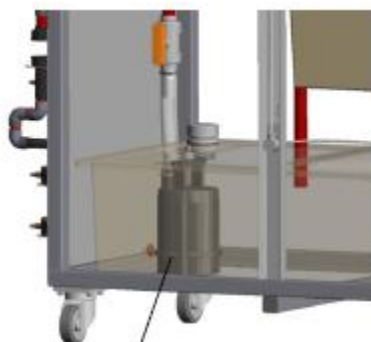
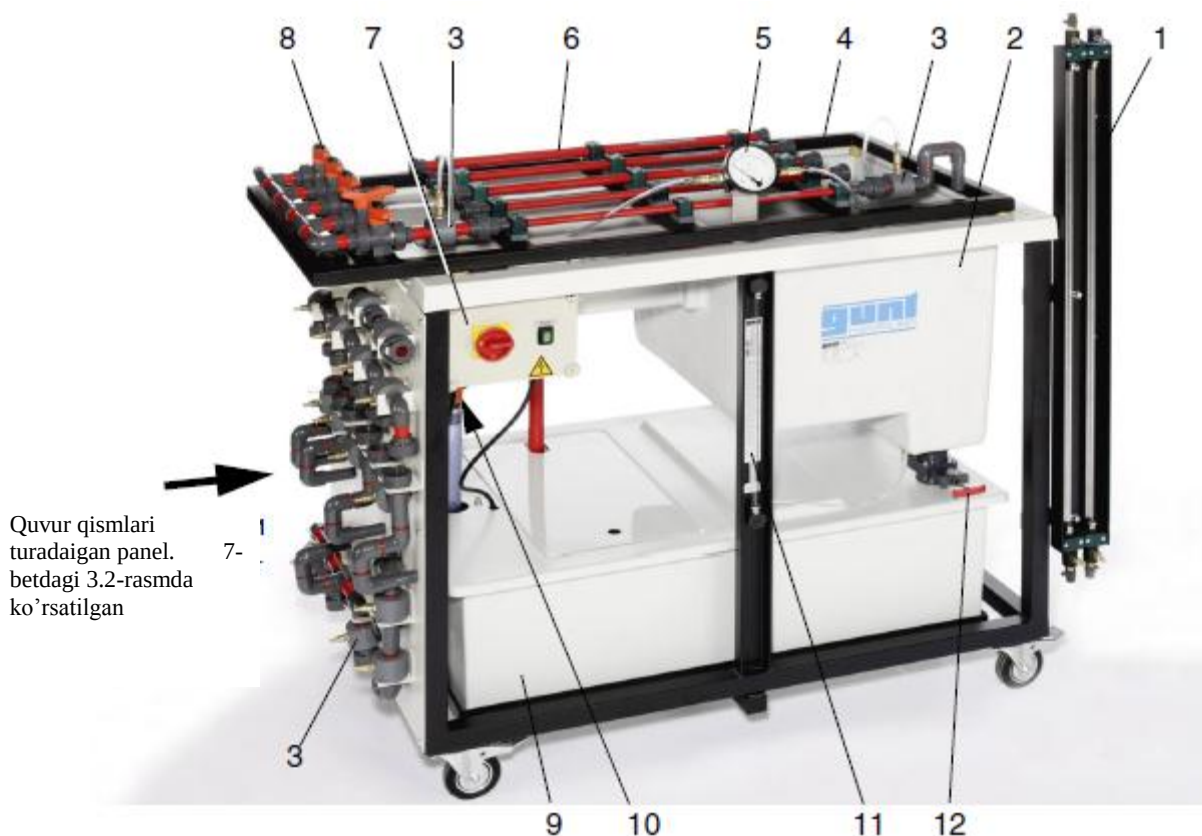
Laboratoriya jihozi g'ildirakli aravaga qo'yilgani uchun uni bir darsxonadan boshqasiga olib borish oson.

O'qitish dasturidagi mavzular

- Alohida quvur qismi kalibrlash egri chizig'ini tuzish: oqim o'tganda bosim yo'qolishi;
- Quvur qismlarini yonma-yon ulash;
- Quvur qismlarini qator ulash;
- Qator ulash bilan yonma-yon ulashni qo'shib ishlatish;
- Aylanma quvur qanday ishlashini o'rganish;
- Bosim farqini o'lchash;

Quvur har xil qismlarida oqim tezligining bosim o'zgarishiga bog'liqligi.

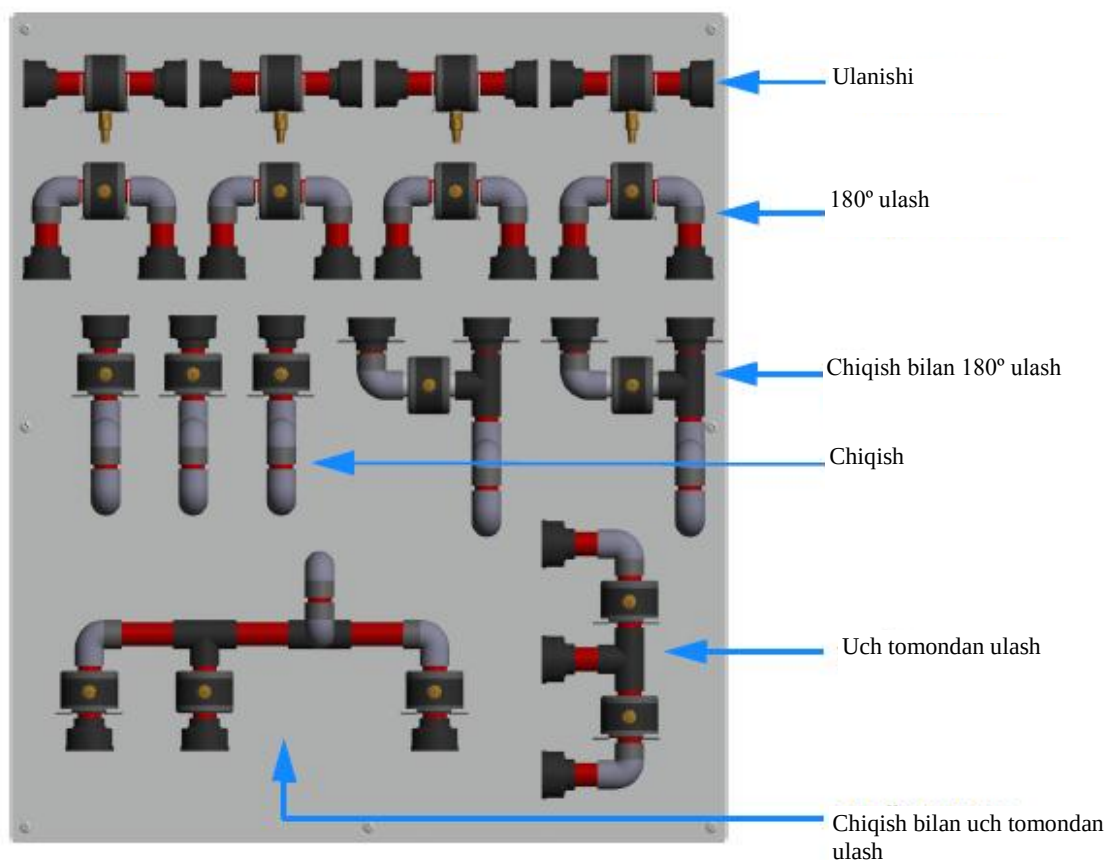
Tajriba o'tkaziladigan blokning tuzilishi



yarim botiq nasos (13) (suv idish (9) tiniq ko'rsatilgan)

1. Ikkita naychali manometr
2. O'lchaydigan suv idish
3. Aylanma o'lchov qismi
4. Tajriba o'tkazganda shlanglar tutashadigan rama
5. Bosim farqini o'lchaydigan manometr
6. Quvur tizimi tomon
7. Ishlatadigan quti
8. Suvni ochadigan klapan
9. Tajriba o'tkazganda suv solinadigan idish
10. Oqim tezligi/sarfini o'zgartiradigan klapan
11. Suv sathini ko'rsatadigan chiziq
12. O'lchov idishidagi suvni to'kadigan klapan
13. Yarim botiq nasos

3.1-rasm. Tajriba o'tkaziladigan HM 111 jihozining tuzilishi.

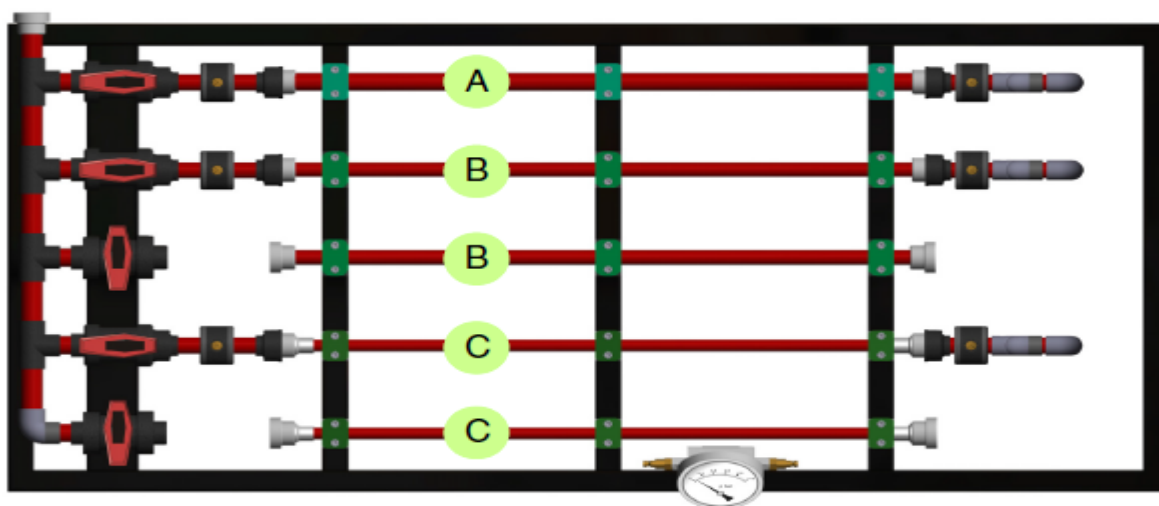


3.2-rasm. Quvur qismlari turadigan panel

Tajriba o'tkaziladigan yig'maning hammasi g'ildirakli laboratoriya stoliga qo'yilgan.. Tajriba o'tkazganda ishlatiladigan suv idish ham shu stolda turadi. Tizim quyidagilardan iborat bo'ladi: suv idish (9) tizimga suv berib turadi, ichidagi botma nasos (13) o'rganilayotgan quvur tizimi (6) qismlariga suv haydaydi. Nasos qutisidan (7) ishlatiladi, sarf qancha bo'lishi klapan (10) bilan belgilab qo'yiladi. Beshta quvur o'tgan qism olinadigan ramaga (4) mahkamlangan, quvur yoki fittinglarni tutashtirib quvur tizimini kattaroq qilish mumkin. Tizimdagi suv miqdori aniq bo'lishi uchun olinadigan ramaga beshta klapan (8) qo'yilgan. Bosim o'zgarishi quvur qismlaridan suv o'tganda o'lchanadi. Bosim farqini o'lchaydigan manometr (15) 100 mbardan ko'p bosim farqini o'lchaydi. 100 mbardan kam bosim farqi 2ta naychali manometr (1) bilan o'lchanadi. O'tayotgan suv quvurdan o'lchov idishiga (2) tushgandan so'ng o'lchov chizig'i (11) va sekundomer bilan sarfni o'lchasa bo'ladi. O'lchov idish bilan suv keladigan bak o'rtasidagi tutashish ventil (12) bilan berkitib qo'yilishi mumkin.

Quvur tizimini yig'ishga ishlatiladigan qismlar quvur qismlari turadigan joyga biriktirib qo'yilgan bo'ladi (7-betdagi 3.2-rasmda ko'rsatilgan).

3.1. Quvur tomon



A 25 mm x 1,9 mm

D 20 mm x 2,0mm

C 16 mm x 1,8 mm

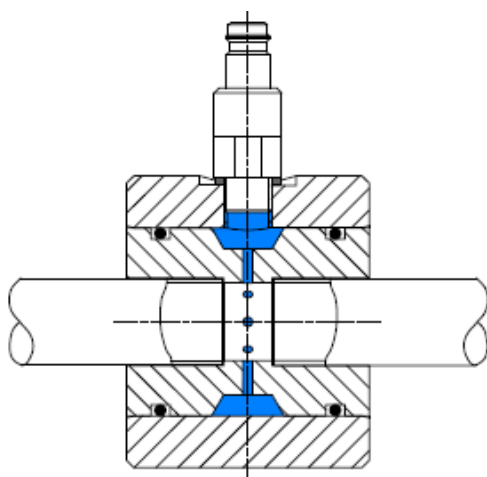
3.3-rasm Quvur tizimi (Quvur tizimidagi «Quvur o'lchamlari» ko'rsatilgan)

3.2. Aylanma o'lchash kamerali bosim o'lchanadigan nuqtalar



Quvur ichidagi bosim aylanma kamera bilan o'lchanadi. Aylanma o'lchash kamera oqimga qarshilik qilmaydigan qilib, oqim o'lchash nuqtasidan juda kam qarshilik bilan o'tadigan qilib yasalgan.

3.4-rasm. Quvurga tez va jips birikadigan qilib yasalgan aylanma o'lchash kamerasining ko'rinishi

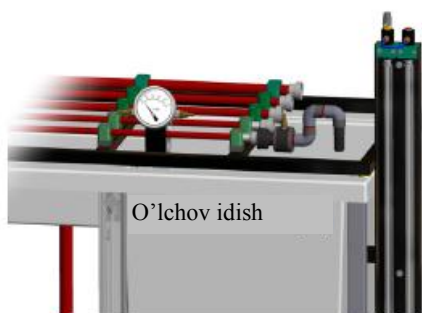


3.4-rasm. Aylanma o'lchash kamerasining chizmasi. Kamera ichidagi suv ko'k rang bilan ko'rsatilgan.

3.3. Ishlatishga tayyorlash va ishlatish

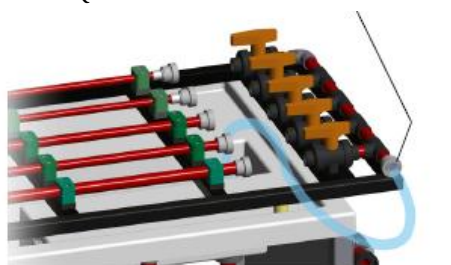
Tajriba o'tkazishdan oldin quyidagilarni bajarasiz:

1. Laboratoriya jihozi turgan aravani tekis joyga qo'ying.
Chetiga taxminan 5 cm yetkazmay suv idishiga suv quying.



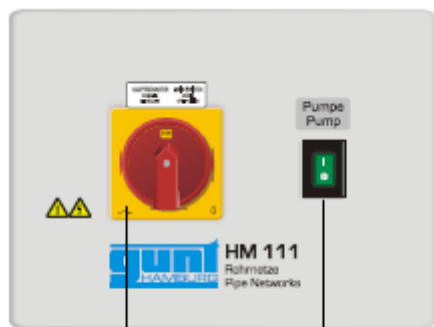
3.6-rasm.

Quvur tizimini ulash



3.7-rasm. Orqasidan ko'rinishi

2. Endi jihozni elektrga ulasangiz bo'ladi.
3. Quvur tizimini tuzish uchun ramadagi quvurlarni kengaytiring. Buning uchun ramaning o'zini ham ajratib, kengaytirsang bo'ladi.
4. Yig'ilgan quvur tizimini o'tadigan suv o'lchov idishiga tushadigan qilib qo'ying (3.6-rasmda ko'rsatilgan).
5. Shlang bilan keladigan suvni quvurga ulang (3.7-rasmda ko'rsatilgan).
 - Ulaganda shlang uchi bilan quvur o'rtasiga zichlagich xalqa qo'yishni esingizdan chiqarmang.



Katta tugma

Nasos tugmasi

3.8-rasm. Ishlatish qutisi

6. Katta klapan berk turganda tugmasini «ON/ISHL.» tomonga o'tkazib nasosni ishlating (3.8-rasmda ko'rsatilgan).
7. Katta klapan va suv ochadigan klapan bilan suv sarfini to'g'rilab qo'ying.

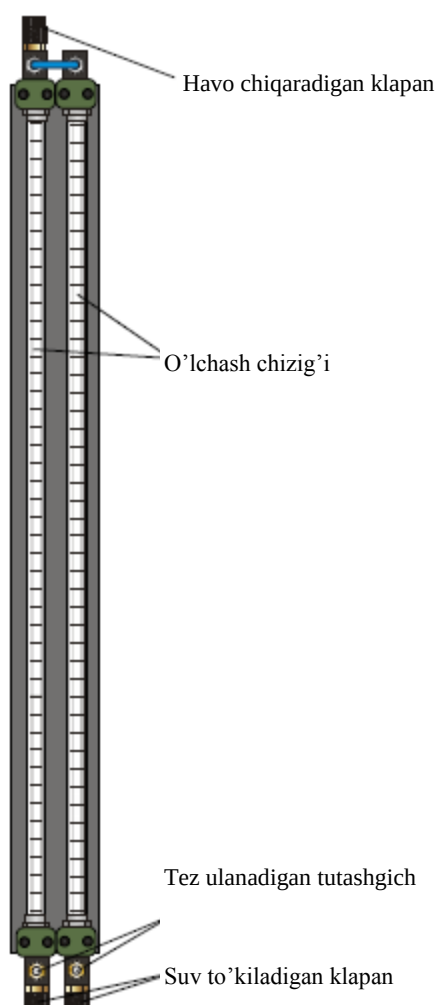
3.4. 2 ta naychali manometr bilan bosim farqini o'lchash

2 ta naychali monometr bosim farqi bilan ortiqcha bosimni suv ustunida o'lchash imkonini beradi. So'ng olingan o'lcham atmosfera bosimiga nisbatan absolyut bosimga aylantirilishi mumkin.

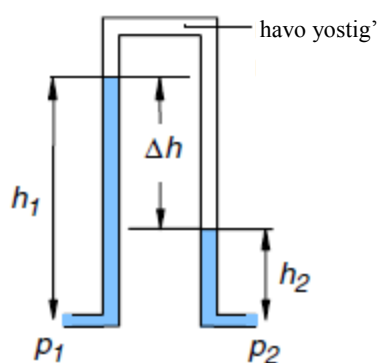
- Manometr bosimni 0...1000 mm suv ustunigacha o'lchaydi.
- Manometr orqasiga mm chiziqli metall o'lchagich qo'yilgan ikkita shisha naychadan iborat.
- Ikkita o'lchov naychani yuqorisi bir-biri bilan biriktirib qo'yilgan, ikkita naychadagi havo

bitta klapandan chiqadi.

- Bosim farqi o'lchanganda havo chiqadigan klapan berkitib qo'yiladi, ortiqcha bosim o'lchanganda esa klapan ochib qo'yiladi.
- Naychalarning pasti tez ulanadigan shlang bilan o'lchov olinadigan nuqtalarga biriktiriladi. Har bitta naychaning pastida suv to'kiladigan klapan bor.



3.9-rasm. 2 ta naychali manometr



3.10-rasm

3.10-rasmda havo yostig'i bor 2 ta naychali manometr ko'rsatilgan. Havo yostig'idagi bosim har xil bo'lishi mumkin.

Ortiqcha bosim yoki bosim farqi quyidagi formula bilan topiladi:

$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho \cdot g \quad (3.1)$$

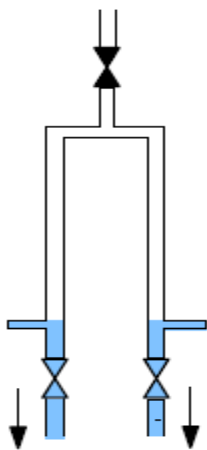
$$\Delta p \approx \Delta h \cdot \frac{1 \text{ mbar}}{10 \text{ mm}} \quad (3.2)$$

ya'ni

Δh mm da

Manometrni to'g'rilab qo'yish (havoni chiqarish, sathini to'g'rilash) uchun oldin bitta naychani ikkita bosimni o'lchaydigan qilib to'g'rilab olish kerak.

3.4.1. Havoni chiqarish

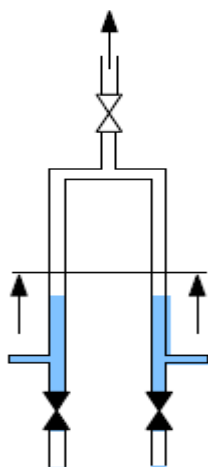


3.11-rasm. Havoni chiqarish.

O'lchov shlanglaridagi havo pufaklari o'lchovni xato ko'rsatgani uchun o'lchov olishdan oldin shlang ichidagi havoni chiqarib yuborish kerak.

- Manometr shlanglarini o'rganiladigan quvurning o'lchanadigan nuqtasiga ulang. Manometr klapanlari yopiq bo'lishi kerak.
- Nasosni ishlating, katta klapan va suv ochadigan klapan bilan quvur ichidagi oqim tezligini to'g'rilab qo'ying.
- Ikkita pastki klapani ochib tizim ichidagi havoni chiqarib yuboring.
- Havo chiqqanidan so'ng pastdagi klapanlarni bir vaqtda yopib qo'ying.

3.4.2. Nolga tushirish

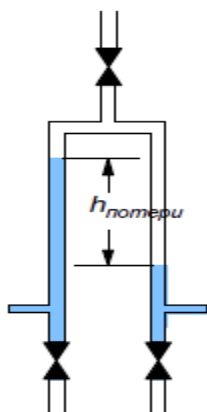


3.12-rasm. Nolga keltirish

O'lchash diapazoni ko'proq bo'lishi uchun manometr ko'rsatgichlari o'lchash chizig'ining o'rtasiga keltirib qo'yilishi kerak. Buning uchun quyidagilarni bajarasiz:

- Quvurlardagi oqim tezligini to'g'rilab qo'ying. Bosim manometr ulangan joyda bo'ladi va manometr ikkita suv ustun balandligidagi farqni hosil qiladi.
- Ustki klapani ochib, yana yoping. Shunda suv ustunlari tenglashib, ularni kerakli o'lchov chizig'i to'g'risiga olib kelish mumkin bo'ladi.
- Quvurlarga keladigan suvni ochadigan klapan berkilganda 3.12-rasmda ko'rsatilgandek bo'lib naychalardagi suv sathi teng bo'ladi. Shunda manometrning chizig'i o'lchov oladigan bo'lib to'g'rilanadi.

3.4.3.O'lchov olish



3.13-rasm. Bosim farqini o'lchash.

Havoni chiqarib, manometrni nolga keltirgandan so'ng o'lchov olishni boshlash mumkin. Buning uchun oldin quvur ichidagi oqim tezligini to'g'rilab qo'yish kerak. Ikkita o'lchov nuqtasi o'rtasida hosil bo'ladigan Δr bosim farqi ikkita suv ustunidagi bosim yo'qolishi h_{loss} sifatida o'qiladi. Agar o'lchanishi kerak bo'lgan bosim farqi ikkita naychali manometr o'lchaydiganidan ko'p bo'lsa uning o'rniga bosim farqini o'lchaydigan manometr ishlatiladi. Tajriba tugaganidan so'ng havo chiqaradigan klapanini ochib manometer ichidagi bosimni chiqarasiz va ikkita klapanini ochib ichidagi suvni to'kasiz.

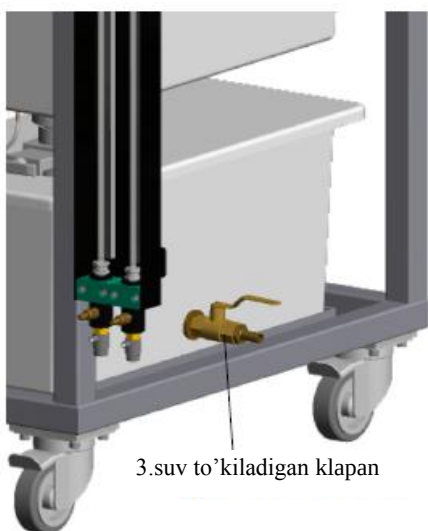
3.5. Bosim farqini o'lchaydigan manometr bilan o'lchash

3.5.1. Havoni chiqarish

O'lchov shlanglaridagi havo pufaklari o'lchovni xato ko'rsatgani uchun o'lchov olishdan oldin shlang ichidagi havoni chiqarib yuborish kerak.

- Manometr shlanglarini o'rganiladigan quvurning o'lchanadigan nuqtasiga ulang.
- Nasosni ishlatib, katta klapan va suv ochadigan klapan bilan quvur ichidagi oqim tezligini to'g'rilab qo'ying.
- Oddiy buragich bilan yoki olti qirrali kalit bilan shlang uchidagi ulagichni bosing.
 - Klapani yarmigacha ochib suv chiqishini kutib turing.
 - Klapanlar ichida to'planib qolgan havoni chiqaring.
- Shlangni tez ulaydigan xalqani yana torting.
 - Klapani yopib qo'ying.
- Bosim farqini o'lchaydigan manometr uchini tutashtirib qo'ying.

3.6. O'chirish



3.14-rasm Suv to'kiladigan klapan

1. Nasosni o'chiring.
2. Katta tugmani bosib laboratoriya jihoz modulini o'chiring.
3. Elektr vilkasini rozetkadan chiqarib qo'ying.
4. Klapanini ochib suv idishdagi suvni to'king (3.14-rasm).
5. Klapani ochib 2 ta naychali manometr ichidagi suvni to'king.
6. Shlanglarni qarab ko'ring, ichidagi suvni to'king (shlangni ajratish uchun buragich yoki olti qirrali kalit bilan shlang uchidagi tez ulagichni bosasiz). O'zi berkiladigan klapanlar ochiq bo'ladi, shlang ichidagi suv shu klapanlardan oxirigacha to'kilguncha kutib turing.
7. Saqlab olib qo'yganda modulning zichlaydigan xalqalari alohida joyda tursin.

3.7. Texnik qarov va ehtiyot qilish

Zanglamaydigan materialdan yasalgani uchun laboratoriya jihozini ta'mirlash kerak bo'lmaydi. Suv idishdagi suv ko'karib ketmasligi uchun ingibitor qo'shishni tavsiya qilamiz. Agar nasos ko'p vaq ishlatilmasa modulni yaxshilab tozalang, ichidagi suvni to'king, modulning o'zini esa quritib oling.

4 Tajriba o'tkazgandagi asosiy fizika qonunlari

Bu bobda aytilgan asosiy qonunlarni to'liq, deb bo'lmaydi. Fizika qonunlari haqidagi to'liq ma'lumotni tegishli texnik adabiyotlarni o'qib bilasiz.

Tajriba o'lchami har xil quvurlardan o'tganda p_{loss} suv bosimi yo'qolishi va h_{loss} suv otilish kamayishini o'rganishga mo'ljallangan. Suv quvur tizimidan o'tganda bo'ladigan har xil bosim o'zgarishidan tashqari quvur tizimidagi to'g'ri va 1 ta yoki 2 ta tirsak qo'yilgan quvurlardagi bosim qanday bo'lishini ham o'rganamiz.

4.1. Quvurning o'zidan o'tadigan oqim

Oqim quvurning o'zidan o'tganda p_{loss} bosim yo'qolishi oqayotgan suyuqlikning quvur devoriga ishqalanishidan bo'ladi.

Bosim yo'qolishi quyidagilarga proporsional bo'ladi:

- Quvur uzunligiga l
- Quvurning ishqalanish koeffisientiga λ
- Suyuqlikning zichligiga ρ
- Oqim tezligining v kvadratiga.

Bundan tashqari, quvur diametri d kamaygani sari bosim yo'qolishi ko'payadi.

Bosim yo'qolishining qanchaligi quyidagi formula bilan hisoblab chiqariladi

$$p_{loss} = \frac{\lambda \cdot l}{2 \cdot d} \cdot \rho \cdot v^2 \quad (4.1)$$

Shunga bog'liq bo'ladigan oqim otilishining h_{loss} yo'qolishi esa quyidagi formula bilan hisoblab chiqariladi

$$h_{loss} = \frac{\lambda \cdot l}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (4.2)$$

Quvur ichidagi oqim turbulent bo'lganda ($Re > 2320$) quvur ichidagi suyuqlikning ishqalanish koeffisienti λ quvur devorining silliqqligi k bilan Re Reynolds soniga bog'liq bo'ladi. Quvur devorining silliqqligi k devor bo'rtiqlarining balandligi bilan, mm da o'lchanadi. Re , λ va k o'rtasidagi nisbat **Colebrook** va **Nikuradse** egri chizig'i bilan ko'rsatilgan (51-betdagi 6.1-rasmga qarang). Bu nisbat quvur devori silliqqligini ko'rsatadigan k ning quvur diametri d ga bog'liqligini bildiradi.

Reynolds soni Re quvur diametri d , oqim tezligi v va kinetik quyuqlik ko'rsatgichi ν dan hisoblab chiqariladi

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad (4.3)$$

Haroratga bog'liq bo'ladigan suvning kinetik quyuqligi ν 49-betdagi 6.3-jadvalda ko'rsatilgan.

Suyuqlik oqimining tezligi v oqim bilan quvur ko'ndalang kesmasining o'lchamidan hisoblab chiqariladi:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} \quad (4.4)$$

Gidravlik silliq quvurlarda ($Re < 65 \, d/k$) Reynolds soni $2320 < Re < 105$ bo'lganda quvur qarshiligining koeffitsienti **Blasius** formulasi bilan hisoblab chiqiladi:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}} \quad (4.5)$$

Tajribadan bilamizki, agar λ qanchaligi noma'lum bo'lsa $\lambda=0.02$ deb olishimiz mumkin.

4.2 . Oqimning quvur tizimidagi qismlardan o'tishi

4.2.1 Quvur tizimidagi qismlarning qarshilik koeffitsienti

Quvur tizimidagi qismlar, masalan, fittinglar, oqimni boshqa quvurga o'tkazgichlar, diametri o'zgargan qismlar, klapanlar, berkitgichlar ishqalanishdan tashqari oqimga qo'shimcha qarshilik hosil qiladi

Bitta yoki ikkita holni istisno qilganda, yuqorida aytilgan suyuqlikning quvur devoriga ishqalanishidan bo'ladigan bosim yo'qolishidan farq qilib, quvur tizimi qismlarida bo'ladiga bosim yo'qolishini qismning o'zi haqidagi ma'lumotga qarab hisoblab chiqarish qiyinroq bo'ladi.

4.2.2. K konstanta haqida qisqacha ma'lumot

Quvur tizimi ishlashini soddaroq tushuntirish uchun K konstanta o'lchanadigan quvur tizimi fittingidagi umumiy qarshilikni bildiradi, deb olamiz:

$$K = \frac{\Delta p}{Q^2} \quad (4.6)$$

$Q \, m^3/soat$ bilan ko'rsatiladi, Δp qiymati esa mbar bilan ko'rsatiladi.

4.2.3. Quvur tizimidagi qismlarni qator yoki yonma-yon ulash va shu qismlardan oqim o'tishi

Qator yoki yonma-yon ulangan quvur tizimlari yoki fittinglari qator yoki yonma-yon ulangan elektr zanjiridagi rezistorlarga o'xshagan natija beradi. Elektr muhandislikda qator ulangan rezistorlarning qarshiligi qo'shiladi, yonma-yon ulanganda esa ularning teskari qiymati qo'shiladi:

$$K_1 + K_2 + K_3 + \dots \quad (4.7)$$

$$\frac{1}{\sqrt{K_1}} + \frac{1}{\sqrt{K_2}} + \frac{1}{\sqrt{K_3}} + \dots \quad (4.8)$$

Oqimga qarshilikdan bo'ladigan bosim yo'qolishi ham shunday tushuntiriladi. Masalan, bosim o'lchanadigan 2 ta nuqta o'rtasida 2 ta tirsak qo'yilgan quvur tizimi bo'lsa manometr ko'rsatadigan umumiy bosim yo'qolishi 3 ta komponentdan iborat bo'ladi:

$$K_{umumiy} = K_{tirsak} + K_{quvur} + K_{tirsak} \quad (4.9)$$

Yonma-yon ulanganda o'lchanadigan qarshilikning alohida komponentlari 21-betdagi formulada (4.8) ko'rsatilgandek hisoblab chiqariladi, masalan:

$$\frac{1}{\sqrt{K_{umumiy}}} = \frac{1}{\sqrt{K_{1-quvur}}} + \frac{1}{\sqrt{K_{2-quvur}}} + \dots \quad (4.10)$$

5. Tajriba o'tkazish

Tanlangan tajribalarni to'liq emas, ulardan maqsad – quvur tizimi qanday ishlashini ko'rsatish, talabalarga amaliy berish bo'ladi.

Qo'llanmadagi ko'rsatgichlar faqat ma'lumot uchun berilgan. Quvur tizimining tuzilishi, o'rnatilgan fittinglar, tajriba o'tkazish usuli va tajriba o'tkaziladigan sharoitga qarab tajriba natijasi qo'llanmada ko'ratilgandan farq qilishi mumkin.

5.1. 1-tajriba. Quvur tizimi qismlarini kalibrlash.

5.1.1. Tajribadan maqsad

«Quvur tizimi qismlarini kalibrlash» (56-betdagi 6.6-band) bobi va bosim yo'qolishi ko'rsatgichlari shu quvur tizimidagi konstantani topishga ishlatiladi.

5.1.2. Tajribaga tayyorlanish

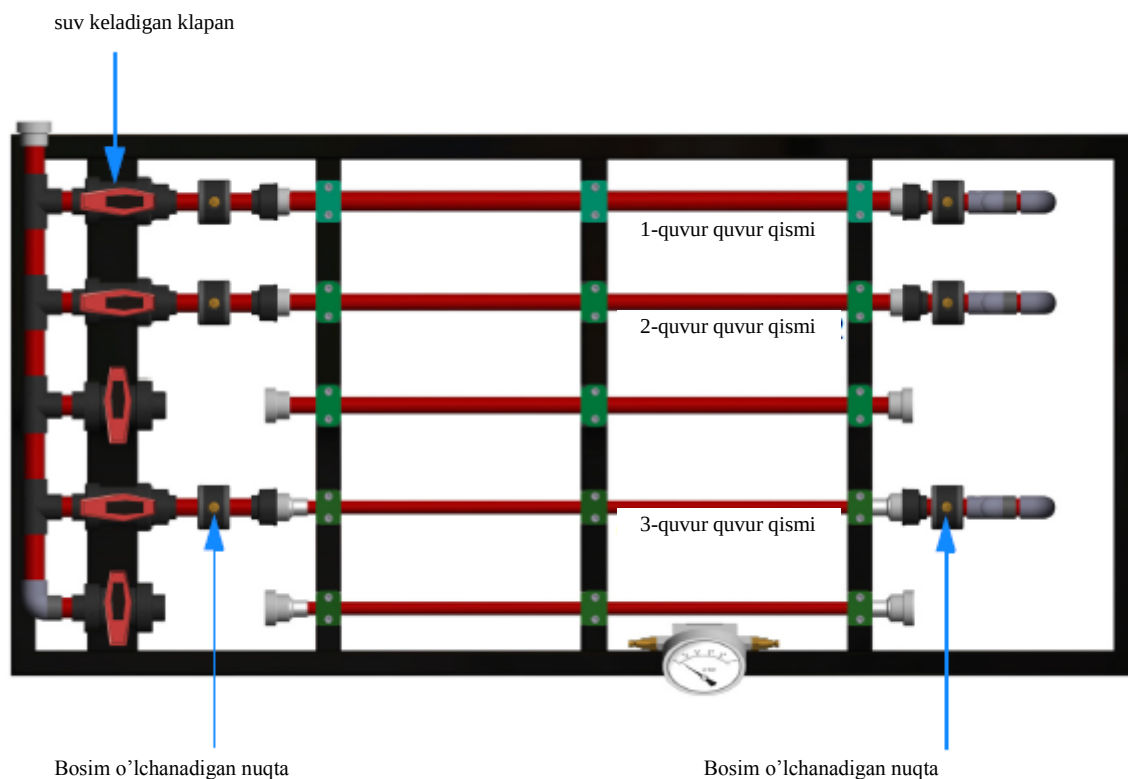


5.1-rasm. Quvur tizimidagi quvur qismlarini kalibrlash

1. 5.1-rasmda ko'rsatilgandek qilib quvurlarni ulang.
- Quvur bilan fittinglarni ulaganda zichlagich xalqa qo'yish esingizdan chiqmasin.
2. Yig'ilgan modulni laboratoriya aravasiga qo'ying.
3. ^{suv keladigan klapan} ligani jo'mrakka ulang.
- Shlang quvurga ulanadigan joyga zichlagich xalqa qo'yish esingizdan chiqmasin.

4. Suv keladigan klapani yopib qo'ying.
 5. Katta klapani yopib qo'ying
 6. Nasosni ishlating
- Jihoz tajriba o'tkazishga tayyor bo'ldi.

5.1.3. Tajriba o'tkazish



5.2-rasm. Quvur tizimidagi quvur qismlarini kalibrlash

7. Katta klapani oching
8. Suv keladigan klapani ochib 1-quvur qismidan suv o'tkazing.

Agar 2 ta naychali manometr bilan o'lchanayotgan bo'lsa

9. 2 ta naychali manometrni shlang bilan o'lchov olinadigan ikkita nuqtaga ulang.

10. Buning qanday qilinishi 13-betdagi 3.4.1-bandda aytilgan.

11. Zarur bo'lsa 14-betdagi 3.4.2-bandda aytilgandek qilib manometr o'lchov chizig'ini to'g'rilab qo'ying.

Bosim farqini o'lchaydigan manometr bilan o'lchanadigan bo'lsa

- 14-bandda aytilganlarni qiling

12. 16-betdagi 3.5.1-bandda aytilgandek qilib ichidagi havoni chiqaring.

13. Shlang bilan bosim farqini o'lchaydigan manometrni quvur tizimidagi bosim o'lchanadigan nuqtaga ulang.

14. Tajriba o'tkazganda quyidagilarni yozib qo'ying:

- Bosim yo'qolishi yoki suv tezligining yo'qolishi;
- 10 litrlik sarf o'lchanadigan idish to'lguncha ketadigan vaqt.

15. 1-quvur qismiga suv keladigan klapani yoping.

16. 2-quvur qismiga suv keladigan klapani oching.
17. 9-14-bandlarda aytilganlarni qaytaring.
18. 2-quvur qismiga suv keladigan klapani yoping.
19. 3-quvur qismiga suv keladigan klapani yoping.
20. 9-14-bandlarda aytilganlarni qaytaring.
21. 3-quvur qismiga suv keladigan klapani yoping.
22. Katta klapan bir xil turganda 8-21-bandlarda aytilganlarni qaytaring. Kamida uch marta o'lchov oling.
23. Katta klapan bilan oqimni o'zgartiring.
24. Har bitta quvur qismida beshta har xil oqimni kamida uch martadan o'lchaguncha 6-23-bandlarda aytilganlarni qaytaring.
25. Nasosni o'chiring.

5.1.4. O'lchangan ko'rsatgichlar

Tajriba: <u>Quvur tizimi qismini kalibrlash</u>												
Sana: 08.04.2015												
Familiyasi: Mittash												
Quvur qismi/quvur tizimidagi fitinglar:					Quvur tizimi qismini kalibrlash 1- quvur qismi							
O'lchas h	1-marta				2-marta				3-marta			
	V lit r	t sek	$h_{yo'qoti}$ sh mm WC	$p_{yo'qoti}$ sh bar	V lit r	t sek	$h_{yo'qoti}$ sh mm WC	$p_{yo'qoti}$ sh V bar	V lit r	t sek	$h_{yo'qoti}$ sh mm WC	$p_{yo'qoti}$ sh bar
1	10	11,0 8	852- 298	0,055 4	10	11,1 6	852- 298	0,055 4	10	11,0 1	850- 296	0,055 4
2	10	12,4 7	760- 345	0,041 5	10	12,9 2	758- 347	0,041 1	10	12,5 9	762- 344	0,041 8
3	10	15,0 0	685- 383	0,030 2	10	15,2 4	686- 382	0,030 4	10	14,8 9	685- 383	0,030 2
4	10	19,4 7	418- 612	0,019 4	10	19,7 1	612- 418	0,019 4	10	19,4 7	610- 420	0,019 0
5	10	35,9 8	522- 463	0,005 9	10	35,5 2	522- 463	0,005 9	10	35,8 8	522- 464	0058
6												

Tajriba: <u>Quvur tizimi qismini kalibrlash</u>												
Sana: 08.04.2015												
Familiyasi: Mittash												
Quvur qismi/quvur tizimidagi fittinglar:					Quvur tizimi qismini kalibrlash 2- quvur qismi							
	1-marta				2-marta				3-marta			
O'lchas h	V lit r	t sek	$h_{yo'qoti}$ sh mm WC	$p_{yo'qoti}$ sh bar	V lit r	t sek	$h_{yo'qoti}$ sh mm WC	$p_{yo'qoti}$ sh bar	V lit r	t sek	$h_{yo'qoti}$ sh mm WC	$p_{yo'qoti}$ sh bar
1	10	12.4 0		0.120 0	10	12,5 3		0.130 0	10	12.5 6		0.120 0
2	10	14.1 3		0.095 0	10	13.3 0		0,090 0	10	14.0 0		0.095 0
3	10	16,1 1	948- 128	0,082 0	10	16:0 5	948- 127	0,082 1	10	16.3 5	948- 128	0,082 0
4	10	20,1 8	791- 252	0,053 9	10	20,0 4	790- 251	0,053 9	10	20,1 7	788- 250	0,053 8
5	10	36,6 5	580- 410	0,017 0	10	36,9 7	579- 412	0,016 7	10	37,0 0	580- 410	0,017 0
6												

Tajriba: <u>Quvur tizimi qismining o'lchami</u>												
Sana: 08.04.2015												
Familiyasi: Mittash												
Quvur qismi/quvur tizimidagi fittinglar:					Quvur tizimi qismini kalibrlash 3- quvur qismi							
	1-marta				2-marta				3-marta			
O'lcha sh	V lit r	t sek	$h_{yo'qoti}$ sh mm WC	$p_{yo'qoti}$ sh bar	V lit r	t sek	$h_{yo'qoti}$ sh mm WC	$p_{yo'qoti}$ sh bar	V lit r	t sek	$h_{yo'qoti}$ sh mm WC	$p_{yo'qoti}$ sh bar
1	10	17,1 7		0,400 0	10	17:3 1		0,400 0	10	17/1 2		0,400 0
2	10	17.1 4		0,350 0	10	18,7 9		0,350 0	10	18,8 3		0.360 0
3	10	19.6 5		0.300 0	10	20,0 8		0.310 0	10	19,8 4		0.310 0
4	10	23,5 3		0,200 0	10	22,8 1		0.210 0	10	23,4 1		0.210 0
5	10	39,3 2	861- 150	0,071 1	10	39,1 9	858- 148	0,071 0	10	38,8 8	859- 148	0,071 1
6												

5.1.5. Tajribadan xulosa

O'lchangan ko'rsatgichlarga qarab har bitta o'rganilgan quvurda oqim bilan bosim bog'liqligini ko'rsatadigan kalibrlash egri chizig'ini tuzib chiqishimiz mumkin.

Kalibrlash egri chiziqlari Qo'llanmaning Ilovasida ko'rsatilgan. Kalibrlash egri chizig'ini tuzishga asos bo'lgan o'lchangan ko'rsatgichlar 21-betdagi formula (4.6) bilan K konstantani hisoblab chiqarishga ham ishlatilgan, quvurdagi oqim m^3/soat da berilgan.

Masalan, 1-quvur qismida oqim tezligi ko'proq bo'lgan:

$$K = \frac{P_{loss}}{Q^2} = \frac{55,4 \text{ mbar}}{\left(3,18 \frac{m^3}{h}\right)^2}$$

$$= \frac{55,4 \text{ mbar} \cdot h^2}{3,18^2 m^6} = 5,48 \frac{\text{mbar} \cdot h^2}{m^6}$$

O'rtacha o'lchangan ko'rsatgich olish uchun har bitta o'lchash uch martadan o'tkazilgan. V , t va $p_{yo'qotish}$ ning o'rtacha o'lchangan ko'rsatgichlari chiqarilgan. Masalan, o'lchov idishi to'ladigan o'rtacha vaqt t_m ni chiqarish uchun

$$t_m = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$$

(5.1)

Tajriba: <u>Quvur tizimi qismining o'lchami</u>								
Sana: 08.04.2015								
Familiyasi: Mittash								
Quvur qismi/quvur tizimidagi fitinglar:			Quvur tizimi qismini kalibrlash 1- quvur qismi					
O'lchash	V_m litrlar	t_m sek	$p_{yo'qotish, m}$ mbar	Q l/sek	Q m^3/soat	K mbar*soat ² /m ⁶	Δp_{hisob} mbar $K = 5,5$ bo'lsa	Farqi, mbar
1	10	11.32	55,4	0,8834	3,18	5,48	55,6	0,2
2	10	12,66	41,5	0,7899	2,84	5.15	44.4	2,9
3	10	15,04	30.3	0,6649	2,39	5.30	31.4	1,1
4	10	19,64	19,3	0,5092	1,83	5,76	18,4	9 0
5	10	35,79	5,9	0.2794	1,01	5,78	5,6	-0.3
6								

$$K_{quvur 1} = 5,5$$

Tajriba: <u>Quvur tizimi qismining o'lchami</u>								
Sana: 08.04.2015								
Familiyasi: Mittash								
Quvur qismi/quvur tizimidagi fittinglar:			Quvur tizimi qismini kalibrlash 2- quvur qismi					
O'lchash	V_m litr	t_m sek	$p_{yo'qotish, m}$ mbar	Q l/sek	Q $m^3/$ soat	K $mbar \cdot soat^2/m^6$	Δp_{hisob} mbar $K = 5,5$ bo'lsa	Farqi, mbar
1	10	12,50	123	0.8000	2,88	14,83	124,4	1,4
2	10	13,81	93.0	0,7241	2,61	13,65	102,2	9,2
3	10	16-17	82,0	0,6184	2,23	16,49	74,6	-7,4
4	10	20,13	53,9	0,4968	1,79	16,82	48,1	-5.8
5	10	36,78	16:9	0.2712	0,98	17,60	14,4	-2.5
6								

$$K_{quvur 2} = 15$$

Tajriba: <u>Quvur tizimi qismining o'lchami</u>								
Sana: 08.04.2015								
Familiyasi: Mittash								
Quvur qismi/quvur tizimidagi fittinglar:			Quvur tizimi qismining o'lchami Qism/3- quvur bo'lagi					
O'lchash	V_m litr	t_m sek	$p_{yo'qotish, m}$ mbar	Q l/sek	Q $m^3/$ soat	K_v $mbar \cdot soat^2/m^6$	Δp_{hisob} mbar $K = 5,5$ bo'lsa	Farqi, mbar
1	10	17.20	400.0	0,5814	2,09	91,57	400.0	0
2	10	18,59	353.0	0,5379	1,94	93,79	383.7	-14,3
3	10	19,86	307.0	0,5035	1,81	93,71	294,9	-12.1
4	10	23.25	207.0	0.4301	1,55	86,16	216.2	9,2
5	10	39,13	71,7	0,2556	0,92	84,71	76,2	4,5
6								

$$K_{quvur 3} = 90$$

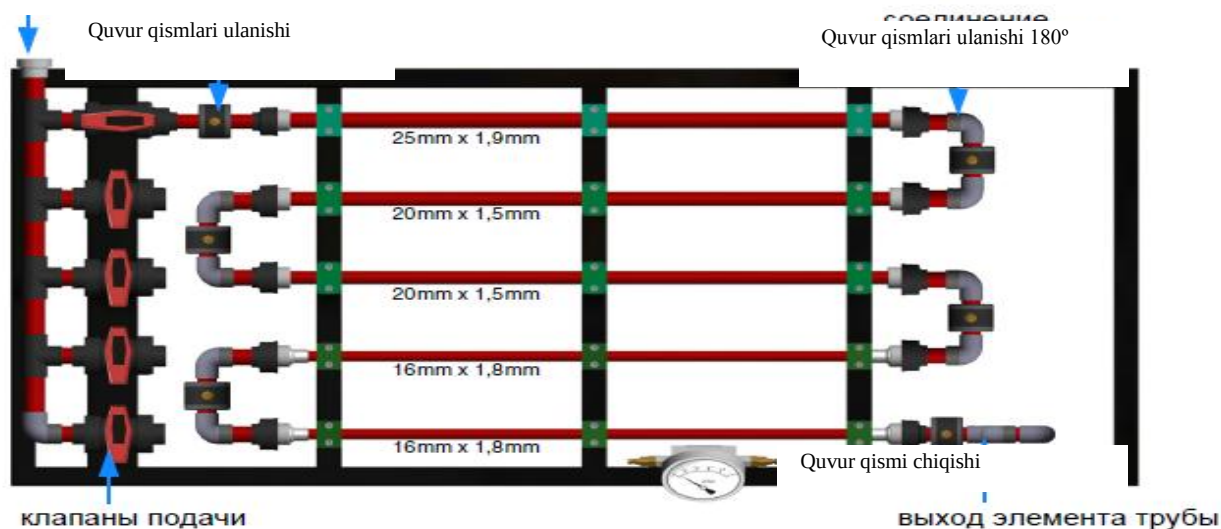
5.2. 2-tajriba: Tirsak konstantasini topish

5.2.1 Tajribadan maqsad

6.6-banddagi «Qator ulash» mavzusida bosim tushishi quvur tirsagidagi K konstantani topish imkonini beradi.

5.2.2. Tajribaga tayyorlanish

Suvga ulanadigan joyi



5.3-rasm. Qator ulash

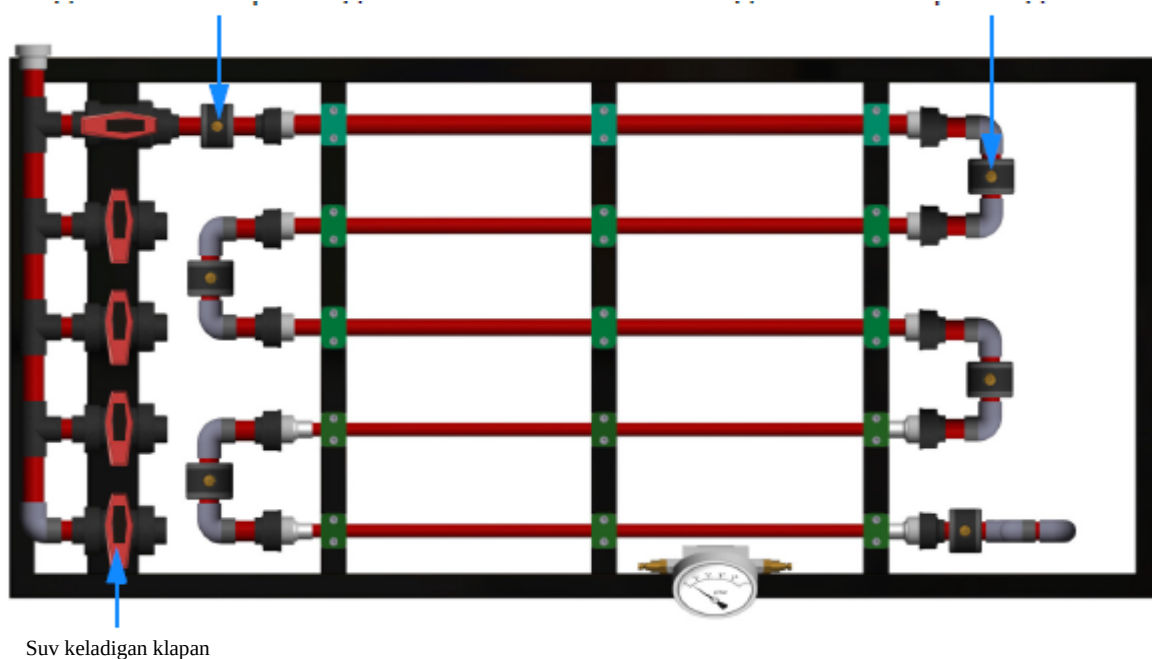
1.5.3-rasmda ko'rsatilgandek qilib quvur qismlarini qator qilib ulashga tayyorlab qo'ying:

Quvur bilan qism ulanadigan joyni zichlagich xalqa bilan zichlab qo'yish esingizdan chiqmasin.

2. Yig'ilgan quvurlarni laboratoriya aravasiga qo'ying
- Shlangni suv keladigan jo'mrakka ulab qo'ying.
- Shlang bilan jo'mrak o'rtasiga zichlagich xalqa qo'yish esingizdan chiqmasin.
4. Quvur tizimiga suv keladigan klapani yopib qo'ying
5. Zakroyte glavnyy klapan. Katta klapani yoping
6. Nasosni ishlating

Jihoz tajriba o'tkazishga tayyor bo'ldi.

Bosim o'lchanadigan nuqta



5.4-rasm. Quvur tizimi qismlarini qator qilib ulash

7. Klapanni oching

8. Suv o'tishi uchun quvur tizimiga suv keladigan klapanni oching.

Agar 2 ta naychali manometr bilan o'lchanadigan bo'lsa:

9. Shlang bilan 2 ta naychali manometrni quvur tizimining o'lchov olinadigan nuqtasiga ulang.

10. 13-betdagi 3.4.1-bandda aytilgandek qilib shlang ichidagi havoni chiqaring.

11. 14-betdagi 3.4.2-bandda aytilgandek qilib manometr o'lchov chizig'ini to'g'rilab qo'ying.

Agar bosim farqini o'lchaydigan manometr ishlatiladigan bo'lsa

14-bandga o'tasiz:

12. 16-betdagi 3.5.1-bandda aytilgandek qilib havoni chiqaring.

13. Shlang bilan bosim farqini o'lchaydigan manometrni quvur tizimidagi o'lcham olinadigan nuqtalarga ulang.

14. Quyidagilarni toping:

-Bosim farqini yoki suv tezligi yo'qolishini.

-10 litrlik o'lchov idishining to'lishiga qancha vaqt ketishini.

15. Suv keladigan klapanni yopib qo'ying.

16. Suv keladigan klapanni oching.

17. Katta klapanni bir xil ochilib turganda 10-16-bandlarda aytilganlarni ikki marta qaytaring va o'rtacha ko'rsatgich olish uchun uch martadan o'lchov oling.

18. Katta klapanni burab oqim tezligini o'zgartiring.

19. Quvur tizimidagi beshta har xil oqim kamida uch martadan o'lchanib o'rtacha ko'rsatgich olinmaguncha 10-18-bandlarda aytilganlarni qaytaring.

20. Nasosni o'chiring.

5.2.4. O'lchangan ko'rsatgichlar

Tajriba:												
Sana: 08.04.2015												
Familiyasi: Mittash												
Quvur tizimi qismi / quvur tizimi fitingi:					Quvur qismini kalibrlash – Qator ulanish Birinchii qism							
1-marta					2-marta				3-marta			
O'lchas h	V lit r	t sek	$h_{yo'qoti}$ sh mm WC	$p_{yo'qoti}$ sh bar	V lit r	t sek	$h_{yo'qoti}$ sh mm WC	$p_{yo'qoti}$ sh bar	V lit r	t sek	$h_{yo'qoti}$ sh mm WC	$p_{yo'qoti}$ sh bar
1	10	23.2 6	795- 592	0,020 3	10	23,1 6	794- 592	0,020 2	10	23,6 8	794- 590	0,020 4

2	10	25,0 6	763- 585	0,017 8	10	25.3 0	762- 585	0 0177	10	24,7 7	762- 584	0,017 8
3	10	29,7 8	702- 566	0,013 6	10	29.4 2	697- 568	0,012 9	10	29.3 6	698- 566	0,013 2
4	10	32,6 8	658- 555	0,010 3	10	33.4 3	658- 555	0,010 3	10	33.3 4	656- 553	0,010 3
5	10	42,8 1	593- 528	0,006 5	10	42,3 1	592- 530	0.006 2	10	42.8 5	593- 530	0,006 3
6												

5.2.5. Tajribadan xulosa chiqarish

O'lchangan ko'rsatgichlar quvur tirsaklarida bosim yo'qolishi, oqim tezligining kalibrlash egri chizig'ini tuzish imkonini beradi.

Kalibrlash chizig'i Qo'llanmaning ilovasida ko'rsatilgan. O'lchangan ko'rsatgichlarga asoslanib kalibrlash egri chizig'i va 21-betdagi 4.6. formulaga va 21-betdagi 4.7 formulaga qo'yib K konstantani hisoblab chiqarish mumkin.

Oqim tezligi m³/soat bilan o'lchanadi.

Oqimning oxirgi tezligiga misol

$$K_{total} = \frac{P_{loss}}{Q^2} = \frac{20,3\text{mbar}}{1,54^2 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)^2} = 8,56$$

Tirsak konstantasining o'rta ko'rsatgichi:

$$K_{total} = K_{pipe} + K_{bend} \Rightarrow K_{bend} = K_{total} - K_{pipe}$$

$$K_{bend} = 8,7 - 5,5 = 3,2 \frac{\text{mbar} \cdot \text{h}^2}{\text{m}^6}$$

Hamma o'lchovlar uch martadan olinsa. t_m V, t va $p_{yo'qotish}$ o'rta ko'rsatgichlari chiqarilgan. Masalan, o'lchov idishi to'laydigan o'rtacha vaqt

$$t_m = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3} \quad (5.2)$$

Tajriba: <u>Quvur tizimidagi tirsaklar konstantasi</u>								
Sana: 08.04.2015								
Familiyasi: Mittash								
Quvur tizimi qismi / quvur tizimi fitingi:			Qator ulangan quvur tizimi Birinci qism					
O'lchash	V _m litrlar	t _m sek	p _{yo'qotish} m v mbar	Q l/sek	Q m ³ / soat	K mbar*soat ² /m ⁶	Δp _{hisob} mbar K = 5,5 bo'lsa	Farqi, mbar

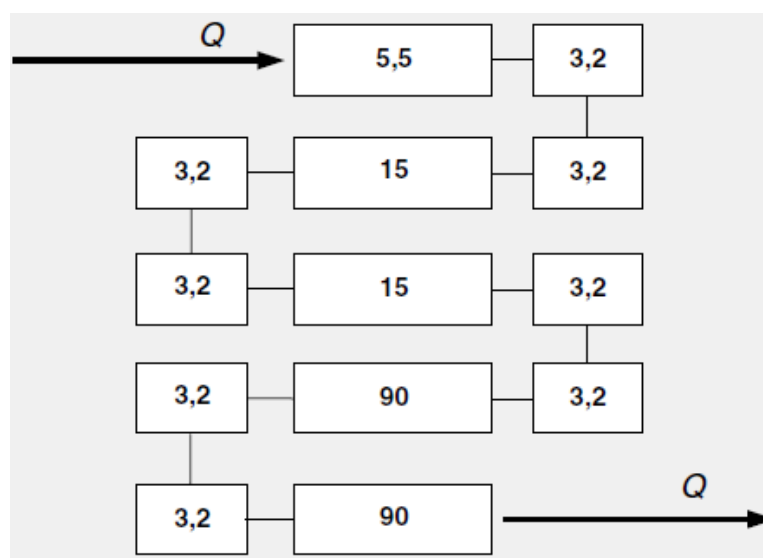
1	10	23,37	20,3	0,4279	1,54	8,56	20,6	0,3
2	10	25,04	17,8	0,3994	1,44	8,58	18,0	0,2
3	10	29,52	13,2	0,3388	1,22	8,87	13,0	-0,2
4	10	33,15	6,3	0,3017	1,09	8,67	10,3	0
5	10	42,66	10,3	0,2344	0,84	8,93	6,1	-0,2
6								

$$K_{quvur 1} = 55$$

$$K_{tirsak} = 3,2$$

2.6. Tajribadan olingan xulosa

Qator ulash misollari quvur tizimlarini K konstantani hisobga olib o'rganish kerakligini ko'rsatadi.



5.5-rasm.

Quvurlar qator tutashgani uchun har xil qarshilik birlashib quyidagicha bo'ladi:

$$K_{umumiy} 241,1 \text{ mbar} \cdot \text{soat}^2 / \text{m}^6$$

Bosim pasayishini topish uchun shu ko'rsatgich o'lchangan oqim tezligining kvadratiga ko'paytiriladi (oqim tezligi m^3/soatda o'lchanadi).

Quyidagi jadvalda o'lchangan ko'rsatgichlar va 21-betdagi 4.6 formula bilan topilgan bosim yo'qolishi ko'rsatgichlari berilgan.

Tajriba: Quvur tirsaklari konstantasi

Sana: 08.04.2015

Familiyasi: Mittash

Quvur qismi / quvur tizimi bo'lagi:

Qator ulanish

	1-marta				2-marta				3-marta			
O'lchash	V litr	t sek	$h_{yo'qotish}$ mm WC	$p_{yo'qotish}$ bar	V litr	t sek	$h_{yo'qotish}$ mm WC	$p_{yo'qotish}$ bar	V litr	t sek	O'lchash	V litr
1	10	23,42		0.555	10	23,63		0.560	10	23,21		0.555
2	10	25.50		0.495	10	25,16		0.485	10	24,92		0.495
3	10	26,98		0.405	10	27:51		0,400	10	27,63		0,400
4	10	30,89		0,295	10	30,44		0.305	10	30,47		0.305
5	10	39,82		0.200	10	39:52		0,190	10	39,97		0,190
6												

Hisoblash

Tajriba: <u>Quvur tirsaklari konstantasi</u>								
Sana: 08.04.2015								
Familiyasi: Mittash								
Quvur qismi / quvur tizimi bo'lagi:			«Qator ulangan» quvur tizimi					
O'lchash	V_m litr	t_m sek	$p_{yo'qolish}$ mbar	Q l/sek	Q m ³ / soat	K mbar*soat ² /m ⁶	Δp_{hisob} mbar $K = 5,5$ bo'lsa	Farqi, mbar
1	10	23,42	557	0,4270	1,54	234,9	572	15
2	10	25,09	492	0.3986	1,43	240,6	493	1
3	10	27.37	402	0.3654	1,32	230,7	420	18
4	10	30.60	302	0,3268	1,18	216,9	336	34
5	10	39,77	193	0.2514	0,91	233,1	200	7
6								

6.1. Texnik ko'rsatkichlar

O'lchami

Uzunligi x kengligi x balandligi 1550 mm x 800 mm x 1600 mm
Og'irligi: taxminan 117 kg

Ishlaydigan elektr kuchi

Tok kuchi 230 V
Chastota 50 Hz
Fazalari soni 1
Nominal iste'mol qilishi (quvvati) 0,8 kW
Boshqa ko'rsatkichlar yorlig'ida yozilgan

Nasos

Iste'mol qiladigan quvvat 250 W
Oqim tezligi, ko'pi bilan 9 m³/soat
Suv otilishi, ko'pi bilan 7,0 m

A qism

Oqim tezligi, ko'pi bilan 3 m³/soat

Quvur qismi

Uzunligi: 700 mm
Silliqligi – gidravlik silliqiligi: $k = 0,00125$ mm har biri
Tashqi diametri x devori qalinligi: 25 mm x 1,9 mm
Tashqi diametri x devori qalinligi: 20 mm x 1,5 mm
Tashqi diametri x devori qalinligi: 16 mm x 1,8 mm

Suv idish

Sig'imi 180 litr

O'lchov idishi

Oqim tez bo'lganda – sig'imi 40 litr
Oqim sekin bo'lganda – sig'imi 10 litr

Bosim farqini o'lchaydigan manometr

O'lchaydigan diapazoni 0...1 bar

2 ta naychali manometr

O'lchaydigan diapazoni 0...100 mbar

6.2. Belgilar va o'lchov birliklarining ma'nosi

Belgi	Matematik/fizik kattalik	O'lchov birligi
d	Quvur diametri	mm
g	Gravitatsiya sababli tezlashish	m/s ²
h	Balandligi	mm, m
k	Quvur devorlarining silliqiligi	mm
K	Konstanta	
l	Uzunligi	mm
p	Bosim	mbar

Re	Reynolds soni	
t	Vaqt	daqiq
v	Oqim tezligi	
V	Hajm	litr
Q	Oqim	l/sek, m ³ /soat
Δp	Bosim farqi	mbar
λ	Ishqalanish koeffisienti	--
ν	Kinematik quyuqlik	m ² /sek
π	Pi	--
ρ	Zichlik	kg/m ³

Ko'rsatgich	Ma'nosi
<i>bend</i>	Buklangan joy, tirsak
<i>calc</i>	Hisoblangan ko'rsatgich
<i>loss</i>	yo'qotish
<i>m</i>	o'rta ko'rsatgich
<i>pipe</i>	quvur
<i>total</i>	umumiy

6.3. Jadval

Blok	1 mm ³	1 sm ³	litr	m ³
1 mm ³	1	0,001	0.000001	0,000000001
1 sm ³	1,000	1	0,001	0.000001
1 litr	1.000.000	1,000	1	0,001
1 m ³	1.000.000.000	1.000.000 €	1,000	1

6.1-jadval. Sig'im birliklarini aylantirish jadvali

Blok	l/sek	l/daqiq	l/soat	m ³ /daqiq	m ³ / soat
1 l/ sek	1	60	3600	0,06	3,6
1 l/daq	0,01667	1	60	0,001	0,06
1 l/soat	0,000278	0,01667	1	0,00001667	0,001
m ³ /daqiq	16,667	1000	0,0006	1	60
1 m ³ / soat	0,278	16,667	1000	0,01667	1

6.2-jadal. Oqim hajmi birligini aylantirish jadvali

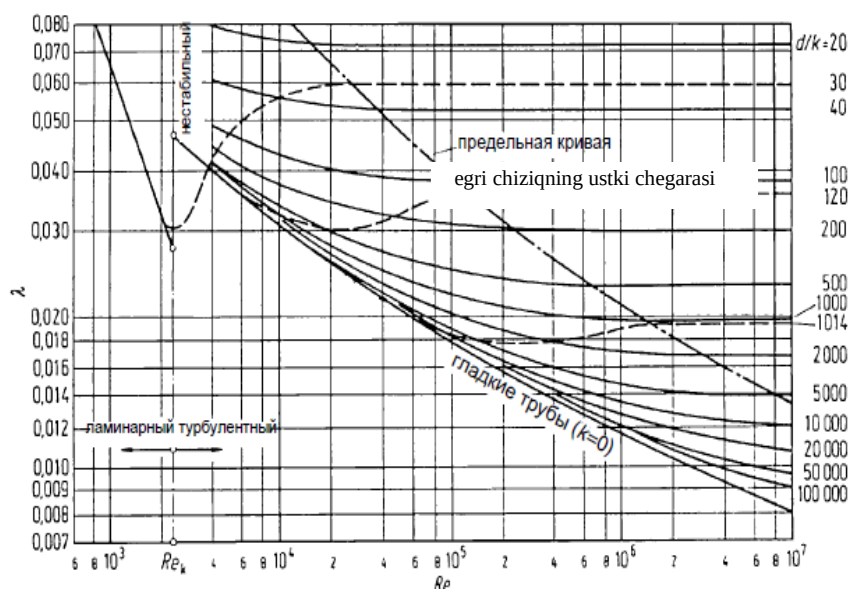
Blok	bar	mbar	Pa	hPa	kP	mm suv.ust*
1 bar	1	1,000	100,000	1,000	100	10.000
1 mbar	0,001	1	100	1	0,1	10
1 Pa	0,00001	0,01	1	0,01	0,001	0,1
1 hPa	0,001	1	100	1	0,1	10
1 kPa	0,01	10	1,000	10	1	100
1 mm	0,0001	0,1	10	0,1	0,01	1

6.3-jadval. Bosim birligini aylantirish jadvali.

* Yaxlitlangan ko'rsatgich

Harorat °C:	Kinematik quyuqlik $10^{-6} \text{ m}^2/\text{sek}$
15	1.134
16	1.106
17	1.079
18	1,055
19	1.028
20	1,004
21	0,980
22	0,957
23	0.935
24	0,914
25	0.894
26	0,875
27	0.856
28	0.837
29	0,812
30	0,801

6.4-jadval. ν kinematik quyuqlikning haroratga bog'liqligi.
(Kalide: «Suyuqlikning texnik mexanikasi»)**6.4. Ishqalanish koeffisienti**



6.1-rasm. Colebrook & Nikuradse ma'lumotiga asoslangan suyuqlikning quvur devoriga ishqalanish koeffitsienti

(Dubbel, Taschenbuch für den Maschinenbau [Muhandislik kitobi'])

6.5.1. Formulalar

O'lchangan o'zgaruvchilarning o'rta qiymati

$$t_m = \frac{t_{1, \text{из}}}{3} \text{ o'lchash } \frac{\text{измерен}}{3} \text{ o'lchash } \frac{\text{рение}}{3} \text{ o'lchash } \text{sekund, uch marta o'lchanganda}$$

$$t_m = \frac{t_{1, \text{измерение}} + t_{2, \text{измерение}}}{2} \text{ o'lchash } \text{sekund, ikki marta o'lchanganda}$$

V_m va $p_{yo'qotish, m}$ da ham shunday bo'ladi.

Suv otilishi kamayishini bosim kamayishiga aylantirish

Soddalashtirish uchun: $g = 10 \text{ m/sek}^2$

$$p_{\text{yo'qotish}} = \frac{h_{\text{потери}}}{10} \text{ mbar} \quad h_{\text{yo'qotish}} \text{ mm}$$

Oqim tezligini o'lchash

$$Q = \frac{V}{t} \text{ В } \frac{\text{л}}{\text{с}} \text{ ИЛИ } \frac{\text{л}}{\text{сек}} \text{ yoki}$$

$$Q = \frac{V \cdot 3600}{t \cdot 1000} \text{ В } \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \text{ daq}$$

V L va t sekund

$$Q = \frac{V \cdot 60}{t \cdot 1000} \text{ В } \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \text{ soat}$$

V L va t daq.

Qarshilik konstantasi

$$K = \frac{p_{no}}{Q^2} \text{ yo'qotish}$$

s $r_{yo'qotish}$ mbar df $Q \text{ m}^3/\text{soat}$

Qator va yonma-yon ulanganda qarshilik konstantasi

Qator ulanish

$$K_{umumiy} = K_1 + K_2 + K_3 + \dots$$

Yonma-yon ulanish

$$\frac{1}{\sqrt{K_{umumiy}}} = \frac{1}{\sqrt{K_1}} + \frac{1}{\sqrt{K_2}} + \frac{1}{\sqrt{K_3}} + \dots$$

$$K_{umumiy} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{K_1}} + \frac{1}{\sqrt{K_2}} + \frac{1}{\sqrt{K_3}} + \dots\right)^2}$$

umumiy
yo'qotish

Bosim yo'qolishining hisoblangan qiymati

$$\Delta r_{hisob} = Q^2 \cdot K$$

Q dan m^3/soat ga

va K mbar $\cdot \text{soat}^2 / \text{m}^6$

Farqi

$$\text{Farqi} = \Delta r_{hisob} - r_{yo'qotish}$$

s Δr_{hisob} mbar

$r_{yo'qotish}$ mbar

Tajriba: _____												
Sana: _____												
Familiyasi: _____												
Quvur tizim qismi/quvur tizimidagi bo'g'in: _____												
	1-marta				2-marta				3-marta			
O'lchas h	V lit r	t sek	$h_{yo'qotish}$ h mm WC	$p_{yo'qotish}$ h bar	V lit r	t sek	$h_{yo'qotish}$ h mm WC	$p_{yo'qotish}$ h bar	V lit r	t sek	$h_{yo'qotish}$ h mm WC	$p_{yo'qotish}$ h bar
1												
2												
3												
4												
5												
6												

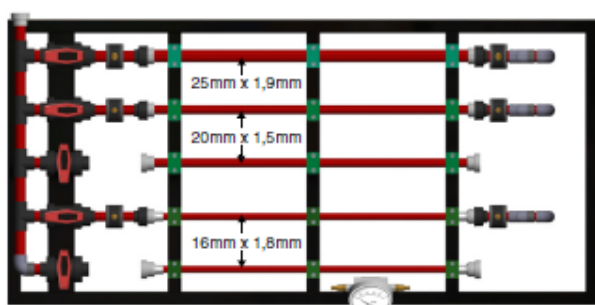
Tajriba: _____												
Sana: _____												
Familiyasi: _____												

Quvur tizim qismi/quvur tizimidagi bo'g'in: _____								
O'lchash	V_m litrl	t_m sek	$p_{yo'qotish}$ mbar	Q l/sek	$Q \text{ m}^3/\text{soat}$	K $\text{mbar} \cdot \text{soat}^2/\text{m}^6$	Δp_{hisob} mbar $K = 5,5$ bo'lsa	Farqi, mbar
1								
2								
3								

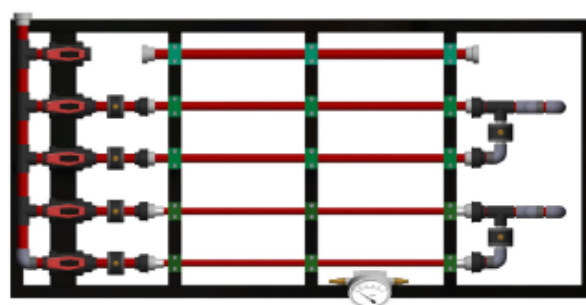
$K_{quvur} = \underline{\hspace{2cm}}$

$K_{tirsak} = \underline{\hspace{2cm}}$

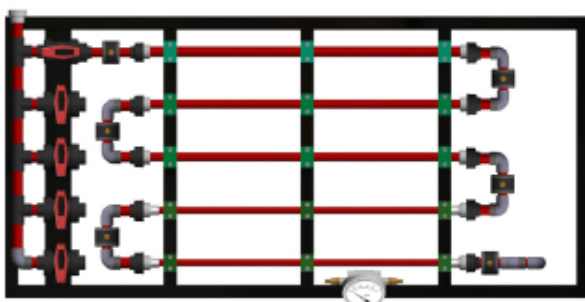
6.6. Quvur tizimi



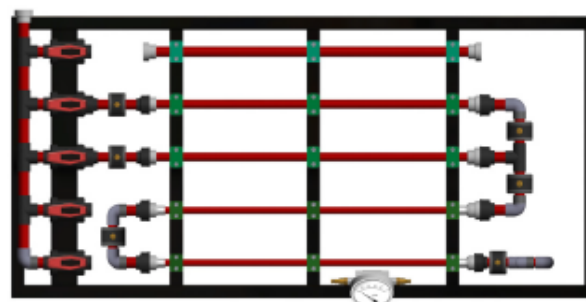
6.2 Quvur qismlarining o'lchami



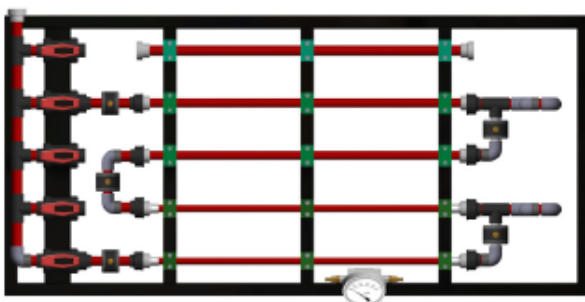
6.3 Ikkitadan ulash usuli



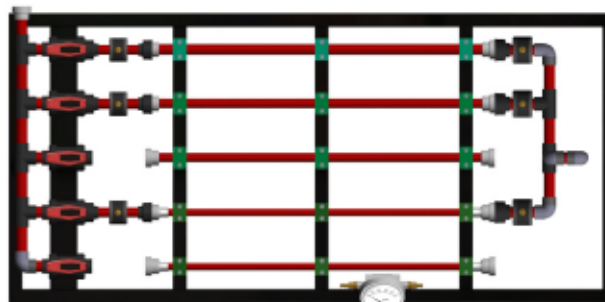
6.4-rasm. Qator ulash



6.5-rasm. Yonma-yon va qator ulash



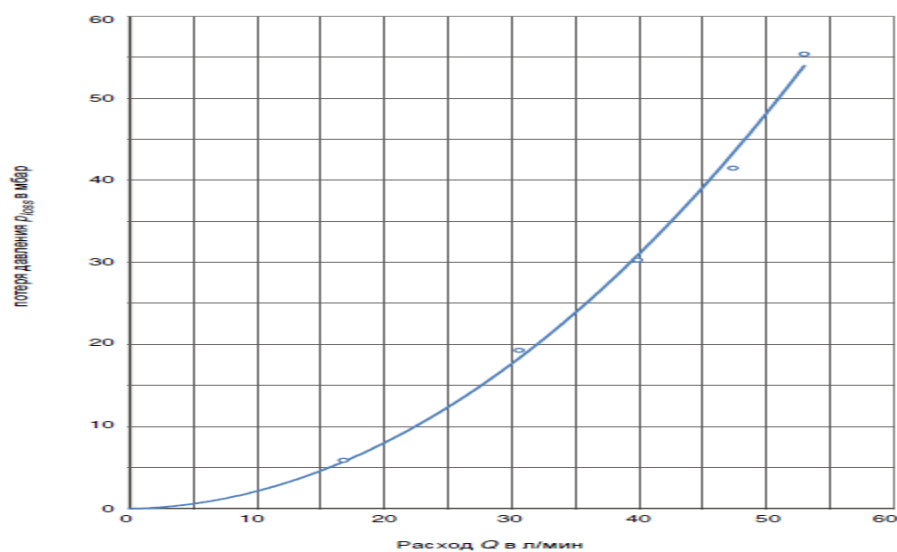
6.6-rasm. Aylanma ulash



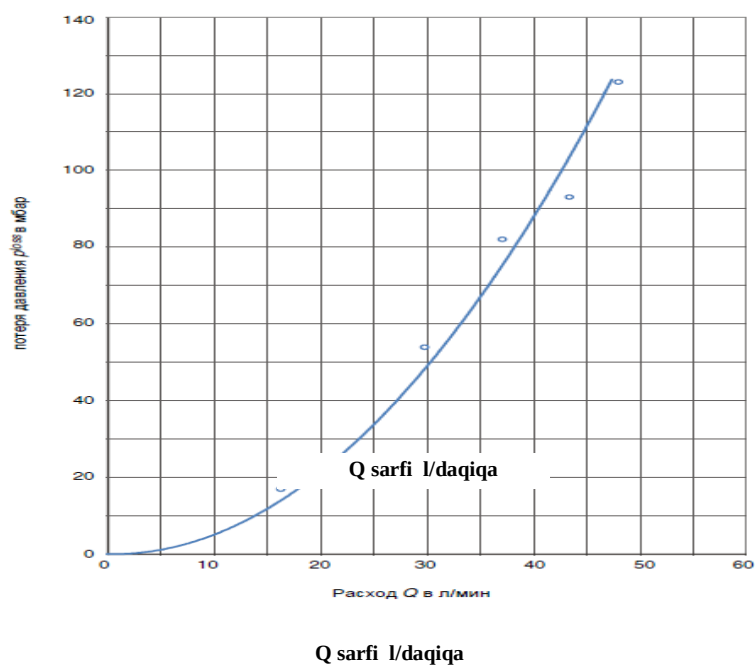
6.7-rasm. Yonma-yon ulash

6.7. Diagramma va chizmalar

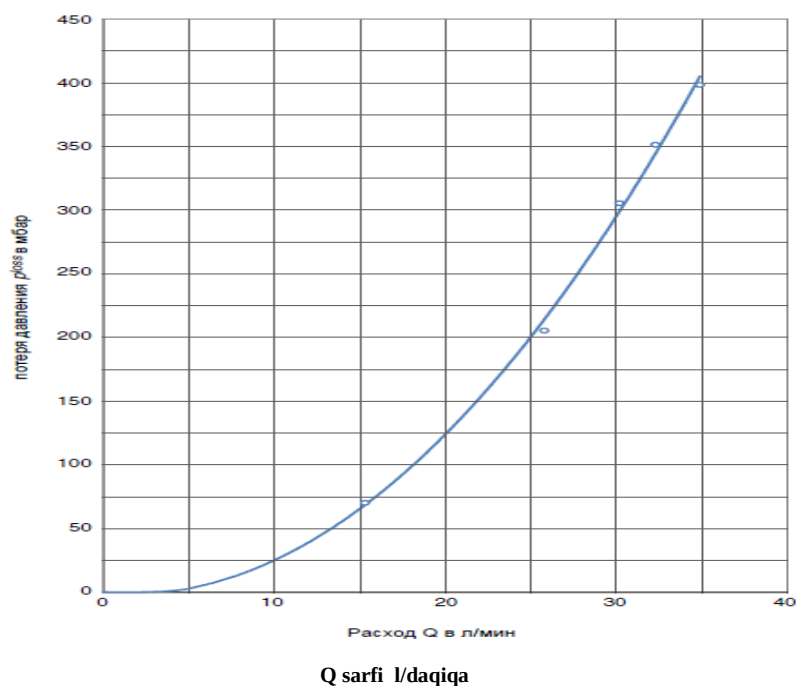
6.7.1. Diametri 25 mm quvur tizimining kalibrlash chizig'i (A qism)



6.7.2. Diametri 20 mm quvur tizimining kalibrlash chizig'i (B qism)



6.7.3. Diametri 20 mm quvur tizimining kalibrlash chizig'i (C qism)



Nazorat savollari.

1. Quvur tizimida bosimlar qanday farqlanadi.
2. O'lchov idishi to'ladigan o'rtacha vaqt qanday aniqlanadi?
3. Mahalliy qarshilik deganda nimani tushinasiz?
4. Quvurlar qanday ulanadi?
5. HM 111 jihozi qanday qismlardan iborat?

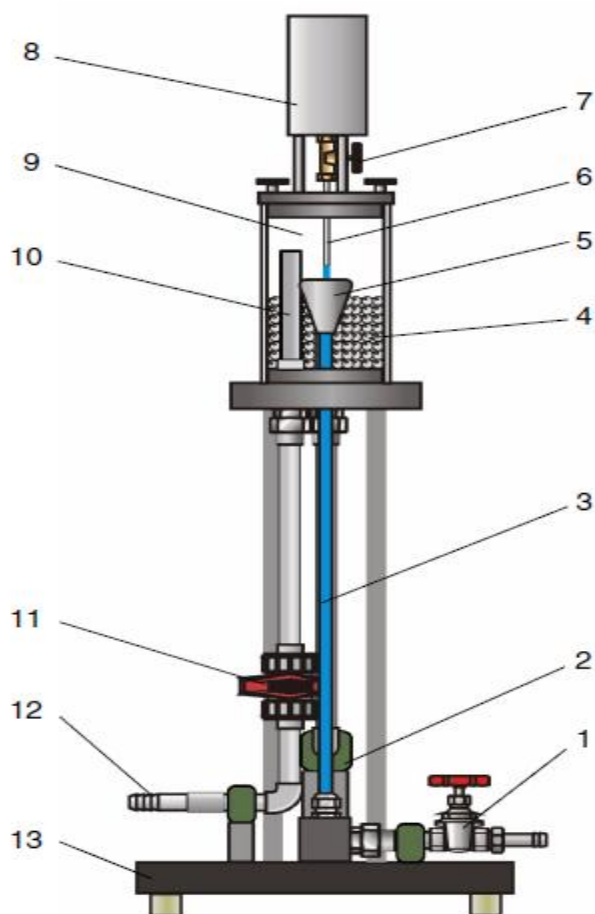
TAJRIBA ISHI №6 Osborn-Reynolds hodisasini ko'rsatgichini o'rganish

Ishning maqsadi: Tajribadan maqsad talabalarga qatlam oqim va turbulent oqim xususiyatlarini ko'rsatish va Reynol'ds sonini aniqlash.

Kerakli jihozlar: HM 150.18 Osborn-Reynolds hodisasini ko'rsatgich qurilmasi

UMUMIY MALUMOT

Tajriba o'tkaziladigan modul talabalarga Osborn-Reynolds hodisasini ko'rsatishga mo'ljallangan. Tajriba o'tkaziladigan jihoz qatlam oqim va turbulent oqim hosil qilish imkonini beradi. Bir oz siyoh qo'shilsa oqayotgan suv ko'rinadigan bo'ladi.



1. Suv to'kiladigan klapan.
2. Ishlatilgan suv to'kiladigan naycha.
3. Tekshirish o'tkaziladigan quvur.
4. Shisha soqqali qatlam.
5. O'lchagich klapan
6. Latun uchli suv kirgazgich.
7. Siyoh solinadigan alyumin idish.
8. Suv idish.
9. Toshgan suv tushadigan naycha.
10. Nazorat klapani.
11. Suv keladigan o'rni.
12. Jihoz asosi.

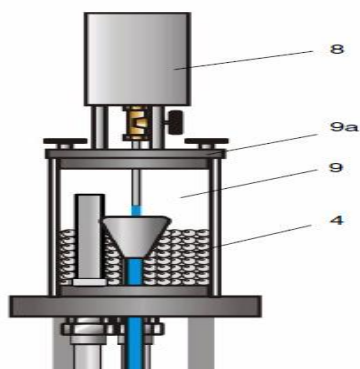
1.1-rasm. Tajriba o'tkaziladigan jihozning tuzilishi

Jihoz quyidagi qismlardan tuzilgan:

- Suv kiradigan o'rin (12), nazorat klapani va ishlatilgan suv to'kiladigan naycha (2) ulanadigan asos (13);
- Oqimni sekinlashtiradigan shisha soqqa qatlamli (4) suv idish;
- Suv idishdagi bosimni o'zgartirmasdan ushlab turadigan suv tushadigan qism (9);
- O'lchov jo'mragi (7) qo'yilgan, latun uchli suv kirgazgich (6) birikkan, siyoh solinadigan alyumin idish (8).
- Pleksiglasdan yasalgan sinov o'tkaziladigan quvurga (3), keladigan oqimni to'g'rilab turadigan klapan qo'yilgan.
- Suv to'kiladigan klapan (1) quvurdan o'tadigan oqimni o'zgartirib turadi.

HM 150. Oqim ko'rinib turishi uchun suvga bir oz siyoh qo'shishni tavsiya qilamiz. Alyumin idishda turadigan siyoh latun uchli o'lchagich jo'mrakdan suvga qo'shiladi. Suvni suyuqlik mexanikasini o'rgatadigan **HM 150** moduldan olib kelish mumkin. Oqayotgan suv o'lchov idishi bilan yoki **HM 150** bilan o'lchanadi.

Jihozni ishlatish



2.1-rasm.

- Tajriba o'tkaziladigan HM 150 modulini laboratoriya stoliga yoki biror boshqa tekis joyga qo'ying.
- Agar suv tajriba o'tkaziladigan HM 150 modulidagi suv idishdan kelmasa jihozni laboratoriyadagi suv keladigan jo'mrakka ulab qo'ying.
- Suv idish (9) qopqog'ini (9a) oching. 1.2-rasmda ko'rsatilgandek qilib shisha soqqalarni (4) joyiga qo'ying.
- Suv idish qopqog'ini yopib qo'ying.

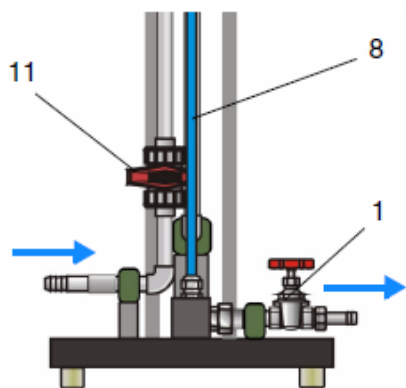
- Shlang bilan suvga ulang.
- Suv to'kiladigan shlangni suv to'kiladigan naychaga (1) va oqava suv ketadigan quvurga (2) ulab qo'ying. Agar HM 150 ishlatiladigan bo'lsin suv to'kiladigan shlangni HM 150 suv idishining ichiga tushirib qo'yasiz. HM 150 suv idishiga siyoh tushmasin.
- Siyoh solingan idishni (8) to'ldiring. Siyoh solinayotganda jo'mragi yopiq tursin.

Tajriba o'tkazish

Qo'llanmadagi o'lchov raqamlari faqat ma'lumot uchun berilgan. Modul qismlari, talabaning tajribasi, tajriba o'tkaziladigan sharoitga qarab tajribada olingan o'lchovlar Qo'llanmada yozilganidan farq qilishi mumkin. Shunday bo'lgani bilan tajribada gidravlika qonunlarini aniq ko'rish mumkin bo'ladi.

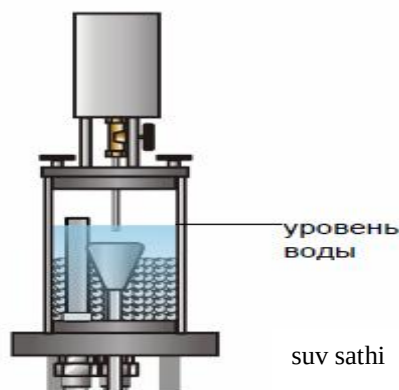
O'tkaziladigan tajribalarni to'liq deb bo'lmaydi. Ulardan maqsad – talabalarning tajriba o'tkazishga ishtiyoqini oshirish, xolos.

2.1. Tajriba o'tkazishga tayyorlanish



3.1-rasm

- Suv to'kiladigan klapani (1) oching.
- Agar HM 150 modul ishlatilmayotgan bo'lsa laboratoriyaga keladigan suvni oching. Ehtiyot bo'lib klapani (11) oching.
- Ventilni suv idishdagi suv sathi bir xil turadigan qilib to'g'rilab qo'ying.
- Bir ozdan so'ng sinaladigan quvur (8) oxirigacha to'ladi.



3.2-rasm

- Endi tajribani boshlash mumkin.
- Sinaladigan quvurga borayotgan suv oqimini sekinlashtirish uchun suv to'kiladigan jo'mrakni ozroqochib qo'ying. Siyoh aralashgan suv laboratoriyadagi oqava suv ketadigan quvurga to'kiladi.

Tajriba o'tkazish

Oqim ko'rinib turishi uchun suvga siyoh qo'shiladi. Oqim qatlami qanday bo'lishini ko'rsatadigan siyoh qo'shilgan suv tezligini klapan (7) bilan o'zgartirsa bo'ladi.

Tezligi kam qatlam oqim

–Qatlam oqim sekinroq oqishi uchun jo'mrakni bir oz ochib qo'yasiz.

Tez oqadigan turbulent oqim.

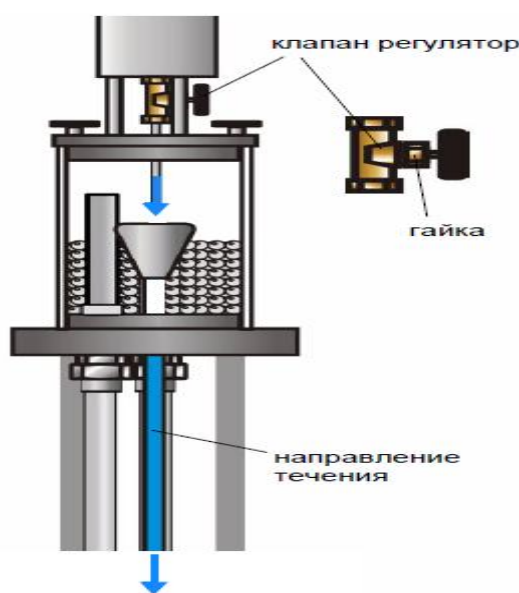
–Turbulent oqim tez bo'lishi uchun jo'mrakni ko'proq ochib qo'yasiz.

Qatlam oqim turbulent oqimga o'tganda qatlam oqim taramlari uzilib, aralashib ketadi.

$Re_{cr} \approx 2300$

$Re_{lam} \leq 2300$ oqim qatlamli ekanini bildiradi.

$Re_{tur} \geq 2300$ oqim turbulent ekanini bildiradi.



3.3-rasm

Reynolds soni quyidagi formula bilan hisoblab chiqariladi:

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu} \quad (3.1)$$

ya'ni:

d = quvurning ichki diametri, v m

w = oqim tezligi, m/s

ν = suv quyuqligi v m²/sek.

suv: $\nu = 1 \cdot 10^{-6}$ (m²/sek)

Oqim tezligi oqim hajmi bilan hisoblab topiladi. Oqim hajmi esa suv idish va sekundometr bilan o'lchanib topiladi.

$$w = \frac{\dot{V}}{A} \quad (3.2)$$

ya'ni

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (3.3)$$

Quvur diametri $d = 10 \text{ mm} = 0.01 \text{ m}$

V = oqim hajmi

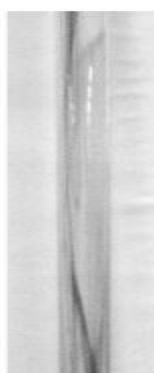
A = quvur ko'ndalang kesmasining sahni

Pastdagi rasmda uch xil oqim ko'rsatilgan:

- Qatlam oqim.
- Qatlam oqiming turbulent oqimga o'tishi.
- Turbulent oqim.



Ламинарное
течение
 $Re_{lam} \leq 2300$



Переход ламинарное/
турбулентное течение
(критическое)
 $Re_{cr} \approx 2300$



Турбулентное
течение
 $Re_{tur} \geq 2300$

3.4-rasm. Oqimning uch xil ko'rinishi.

3. Texnik ma'lumot

Laminar oqim	Laminar oqim turbulent oqimga aylanishi (ytish bosqichi)	Turbulent oqim
O'lchami		
Uzunligi x kengligi x balandligi	420 x 420 mm x 1170 mm	
Og'irligi	taxminan 18 kg	
Suv idish sig'imi	2,2 L	
Siyoh idish sig'imi	250 ml	
Sinov o'tkaziladigan quvur		
Ichki diametri	10 mm	
Uzunligi	675 mm	

Nazorat savollari

- 1.HM 150 moduli qanday qisimlardan iborat?
- 2.Reynolds soni qanday formula bilan aniqlanadi?
- 3.Laminar oqim deganda nimani tushinasiz?
- 4.Turbulin oqim deganda nimani tushinasiz?
- 5.Tajribani o'tqazishdan maqsad nima?

TAJRIBA ISHI 7

Oqimni o'lchash usullari

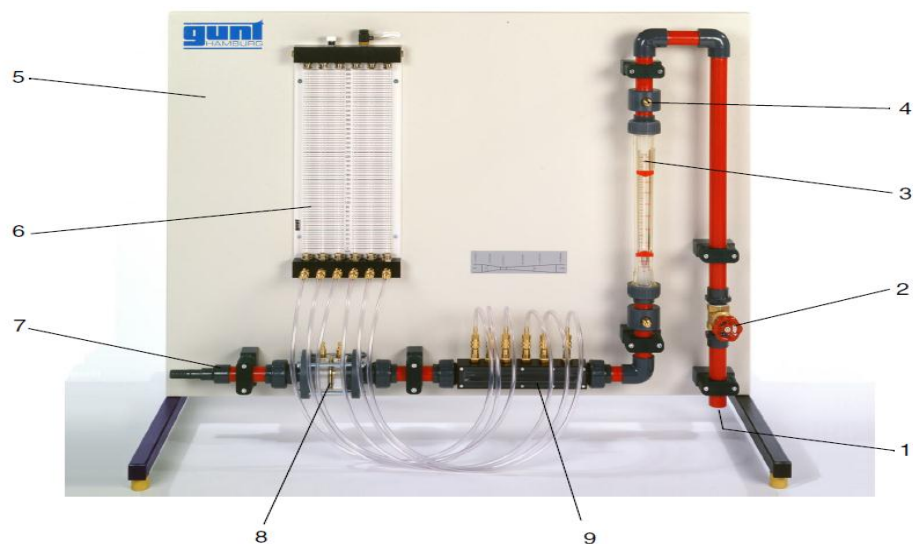
Ishning maqsadi: Oqim sarfi o'lchanadigan usullarni o'rganish.

Kerakli jihozlar: NM 150.13 modul

UMUMIY MALUMOT

NM 150.13 Oqim sarfi o'lchanadigan usullar blokida tajriba bilan topiladigan quyidagi bog'liqliklarni topishga ishlatiladigan uchta oqim o'lchagichni ko'rib chiqamiz:

- Oqim o'lchaydigan har xil asboblarni solishtirish;
 - Oqim ko'rsatgichlarini o'lchab oqim bilan bosim o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganish;
 - Oqim koeffisientini topish;
 - Oqim o'lchaydigan asboblarni kalibrlash.
2. Jihoz haqidagi umumiy ma'lumot



№	Nomi	№	Nomi
1	Suv chiqishi	6	Batareyali manometr
2	Kirishdagi drosseli berkitgich	7	Suv kirishi
3	Rotametr	8	O'lchov diafragmasi, o'lchov forsunkasi yoki Pito naychasi qo'yilgan oqim o'lchagich.
4	Bosim o'lchashga ishlatiladigan ulagich	9	Venturi forsunkasi
5	Ramali asos plitasi		

2.1-rasm

Jihoz Venturi forsunkasi (9), o'lchov diafragmasi, o'lchov naychasi va Pito naychasidan (8) iborat bo'ladi.

Oqim sarfini drosselli berkitgich (2) bilan o'zgartirsa bo'ladi.

O'lchagich elementlarida bosim yo'qolishi tez ishlaydigan ulagichlar bilan qayd qilinishi mumkin. Ulagichlar ventilyatsiya klapaniga keladigan 6 ta naychali manometrga biriktirib qo'yiladi.

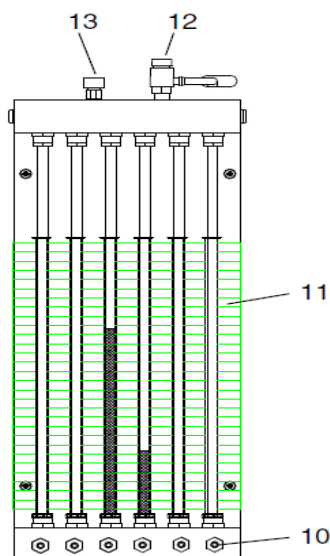
Oqim tezligi (sarf hajmini o'lchaydigan) **Suyuq muhit mexanikasida tajriba o'tkazishga mo'ljallangan NM 150 asos moduli** bilan o'lchanishi mumkin.

Tajriba o'tkaziladigan stend qismlarining hammasi ramali asos plitada (5) turadi.

Blok suv berib turadigan va sarfni hajmda o'lchaydigan **Suyuq muhit mexanikasida tajriba o'tkazishga mo'ljallangan NM 150 asos moduli**ga ulanib ishlatishga mo'ljallangan.

3. Asosiy qoidalar

3.1. 6 ta naychali manometr paneli



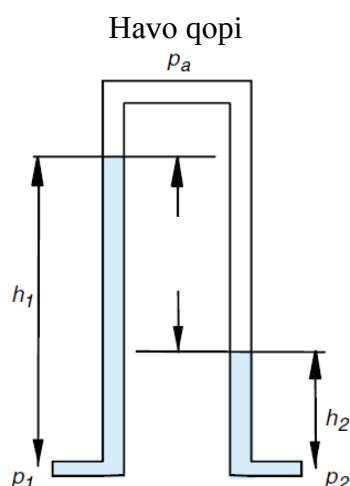
6 ta naychali manometr panelida suv ustuni (SU) o'lchanadigan mm chizig'i o'tkazilgan 6 ta shisha silindr turadi. Keyingi tajribalarimizda SU mm birligini ko'p ishlatamiz ($10 \text{ mm VS} \cong 1 \text{ mbar}$).

- O'lchanadigan diapazon 390 mm SU.
- Naychalarning hammasi ust tomonida bir-biri bilan tutashgan bo'ladi, umumiy ventilyatsiya klapanidan (12) havo kelib turadi. O'lchov ulagichlari (10) pastki uchida joylashadi.
- Bosim farqi ventilyatsiya klapani (12, 13) yopiq turganda o'lchanadi, manometrning nisbiy bosimi esa ventilyatsiya klapani (12) ochiq turganda o'lchanadi. Bosim o'lchanadigan standart birlik: Paskal (Pa) $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 10^{-5} \text{ bar} = 0,01 \text{ mbar}$.

- 10. Shisha silindr
- 11. O'lchagandagi ulanish
- 12. Ventilyatsiya klapani
- 13. Ventilyatsiya klapani

3.1-rasm

3.2. Bosim farqini o'lchash



3.2-rasm

Ventilyatsiya klapanlari (12, 13) yopiq turibdi. Ikkita suv ustun tepasida r_a bosimli havo qopi ko'rsatilgan. Natija quyidagi tenglamalarda ko'rsatilgan:

$$p_1 = p_a + h_1 \cdot \rho \cdot g \quad (3.1)$$

$$p_2 = p_a + h_2 \cdot \rho \cdot g \quad (3.2)$$

Talab qilinadigan bosim farqi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = p_a + h_1 \cdot \rho \cdot g - p_a - h_2 \cdot \rho \cdot g \quad (3.3)$$

Tenglashgandagi r_a bosim quyidagini beradi:

$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho \cdot g \text{ mit } \Delta h = h_1 - h_2 \quad (3.4)$$

Nol nuqtani sozlab qo'yish r_a havo bosimi to'g'rilanib bajariladi. O'lchov diapazoni iloji boricha kattaroq bo'lishi uchun manometrda nol nuqta chiziqning o'rtasida turishi kerak.

$$\frac{h_{max}}{2}$$

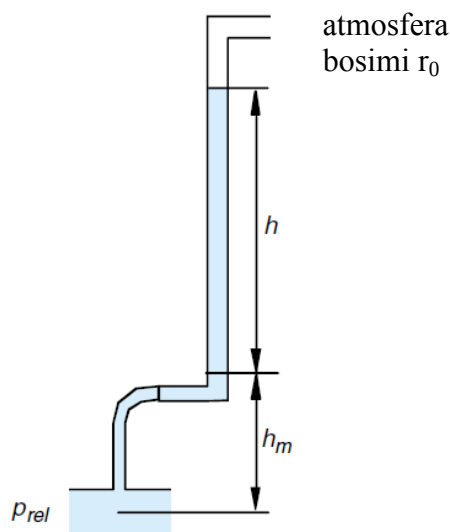
$$\frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{h_{max}}{2} = \frac{p_1 - p_a + p_2 - p_a}{2 \cdot \rho \cdot g} \quad (3.5)$$

Shunda havo qop bosimining tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$p_a = \frac{p_1 + p_2 - (h_{max} \cdot \rho \cdot g)}{2} \quad (3.6)$$

Havo qopidagi bosim ventilyatsiya klapani (13) bilan to'g'rilab qo'yiladi.

3.3. Nisbiy bosimni o'lchash



Nisbiy bosimni, ya'ni p_0 atmosfera bosimiga nisbatan bosimni bilish uchun ventilyatsiya klapani (13) yopiq turishi kerak. Havo qopining p_a bosimi p_0 atmosfera bosimiga teng bo'ladi.

O'lchov olinganda o'lchanadigan nuqta bilan manometr nol nuqtasi o'rtasidagi naychani h_m balandligi e'tiborga olinishi kerak

$$p_{rel} = p_0 + (h + h_m) \cdot \rho \cdot g \quad (3.7)$$

3.3-rasm

3.4. Bosim o'lchashga tayyorlanish va o'lchov o'tkazish

- Ikkita shlangni ikkita o'lchagichning bittasi bilan 6 ta naychali manometrga ulab qo'ying. O'lchaganda tutashtirib qo'yiladigan shlanglar o'zi yopiladigan bo'ladi.
- 6 ta naychali manometrdagi ventilyatsiya klapanini (13) berkitib qo'ying.
- 6 ta naychali manometrdagi ventilyatsiya klapanini (12) oching.
- Suv kelishini (NM 150dan) ochib qo'ying
- Pufak paydo bo'lguncha 6 ta naychali manometrni chayqatib turing;
- NM 150 dan suv kelishini berkitib qo'ying.
- Ventilyatsiya klapanini (12) yoping.
- Ventilyatsiya klapanini (13) ochib manometr naychasidagi suv sathini to'g'rilab qo'ying (chiziq o'rtasida turadi).
- Ventilyatsiya klapanini (13) yana yopib qo'ying.
- Sekin drosselli berkitgichni (2) oching.
- Sekin (NM 150dan) suv kelishini oching.
- Naychalardagi suv sathi ko'tarilishiga qarab turing.
- Drosselli berkitgich (2) bilan oqim tezligini to'g'rilab qo'ying.

3.5. Oqim sarfini o'lchash usullariga kirish

3.5.1. Rotametr

Rotametrnig bu turi suyuqlik pastdan yuqoriga o'tadigan konussimon vertikal o'lchov bo'limidan iborat bo'ladi.

Maxsus po'kak suyuqlik oqimida erkin harakat qiladi va oqimga qarshiligi sababli oqim bo'ylab suzadi. Natijada po'kak og'irligi bilan uning ko'tarish kuchiga qarshiligi o'rtasida muvozanat paydo bo'ladi.

Oqim hajmiga qarab po'kak o'lchov naychasi ichidagi ma'lum balandlikka to'g'rilab qo'yiladi. Ishlash usuli qanday belgilab qo'yilganiga qarab rotametrning ishonchli o'lchov diapazoni hech qachon noldan boshlanmaydi, o'lchanadigan ko'rsatgichning $\sim 5\% \dots 10\%$ dan boshlanadi. Muhit bilan o'lchash diapazoniga qarab har xil po'kak ishlatiladi.

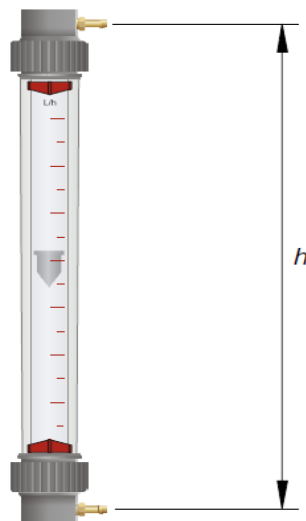
- O'lchanadigan standart diapazonlar:
 $\sim 0,0001 \dots 100 \text{ m}^3/\text{soat}$
- O'lchash diapazonining kengligi: $\sim 1 : 10$
- Ishga bog'liq standart o'lchanadigan ko'rsatgichlar

- O'lchash aniqligi:

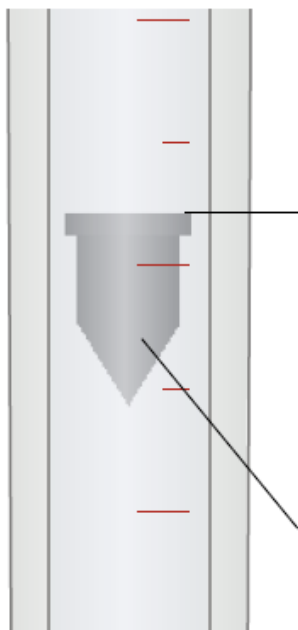
$\sim \pm 1 \dots 3\%$

O'lchov naychasida bosim yo'qolishi:

$\sim 0,06 \dots 0,6 \text{ bar}$



3.4-rasm



3.5-rasm

shu yerda
o'lchaysiz

po'kak

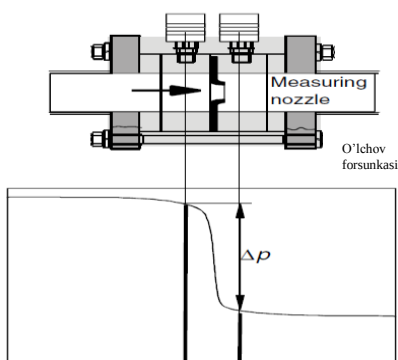
NM 150.13 da ishlatiladigan ratometrning xususiyatlari:

- Korpusi tiniq plastikdan yasalgan;
- Po'kagi olinadi, zanglamaydigan po'lat ishlatilgan;
- Oqim maksimal tezligiga nisbatan foizni ko'rsatadigan chizig'i olinadi;
- Oqim tezligining o'lchanadigan ko'rsatgichi po'kakning ustidan olinadi.

ESLATMA

Havo pufaklari, turli zarralar o'lchov aniq bo'lishiga ta'sir qilishi mumkin. Shunday bo'lmasligi uchun o'lchov olishdan oldin hamma klapanlarini oxirigacha ochib tizimni tozalab yuving.

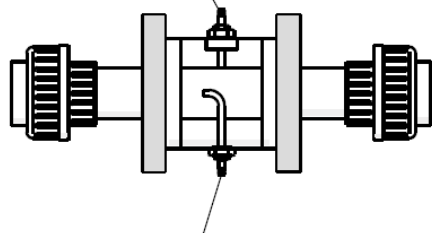
3.5.2. O'lchov diafragmasi va o'lchov forsunkasi

 3.6-rasm	Diafragma bilan forsunka biz biladigan drossel bo'ladi. Ikkalasi ham naychanning toraygan joyida turadi. Enlama o'lcham torayganda oqadigan muhitning tezligi ko'payadi. Kirish joyi oldidagi A_D me'yordagi naycha enlama o'lchami bilan diafragma yoki forsunkadagi A_d naycha enlama o'lchami toraygan joy o'rtasida Δp bosim yo'qolishi bilan bog'langan. Bu o'lchov aniqroq, lekin difragma yoki forsunkaning oqimga qarshiligi ko'p bo'ladi.
Drossellar oqim kirishida va chiqishida yot jismlarga juda ta'sirchan bo'ladi. Shuning uchun tirsaksimon ulagichlar, T ko'rinishidagi ulagichlar, klapanlar va drosselli berkitgichlar drossellardan nariroqqa qo'yilishi kerak. $\dot{V} = \alpha \cdot \varepsilon \cdot A_d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} = k \cdot \sqrt{\Delta p} \quad (3.8)$ α Oqim koeffisienti, o'lchami yo'q. ε Kengayish koeffisienti, o'lchami yo'q (suyuqlikka $\varepsilon = 1$). ρ Diafragma/forsunka oldidagi muhit zichligi ESLATMA Δp tenglamada $V = k \cdot \sqrt{\Delta p}$ mbar bilan ko'rsatilishi kerak.	

 3.7-rasm 3.8-rasm	- Naychanning standart o'lchami: $\sim \varnothing 50 \dots 1000 \text{ mm}$ - Tirqishning standart nisbiy joylashishi: $m = \frac{A_d}{A_D} = \sim 0,1 \dots 0,64$ - O'zgarish xususiyati: kvadrat ildiz hosilasi NM 150.13, ga diafragma bilan forsunka kerak bo'lganda korpusga biriktirib qo'yiladigan alohida metall disk ko'rinishida qo'shib beriladi. Ishlashini ko'rib turish mumkin bo'lishi uchun diafragma bilan forsunka korpusi pleksiglasdan yasalgan. O'lchov diafragmasi: $k = 293 \frac{L}{h \cdot \sqrt{\text{mbar}}}$ O'lchov forsunkasi: $k = 231 \frac{L}{h \cdot \sqrt{\text{mbar}}}$
---	---

3.5.3. Pito naychasi

Umumiy bosim p_{tot}



Turg'un bosim p_{stat}

3.9-rasm. Pito naychasi

Pito naychasi turg'un (1) va umumiy bosimni (2) o'lchaydi. Shu ikki bosim o'rtasidagi farq p_{dyn} dinamik bosimni beradi.

$$p_{dyn} = p_{tot} - p_{stat} \quad (3.9)$$

Dinamik bosim oqim tezligi kvadratiga teng bo'ladi va qo'yidagicha hisoblab chiqariladi:

$$p_{dyn} = \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \quad (3.10)$$

ρ : suvning solishtirma zichligi.

v oqim tezligi V hajmli sarf bilan A oqim ko'ndalang kesmasidan chiqarilishi mumkin

$$v = \frac{\dot{V}}{A} \quad (3.11)$$

Bosimdagi farq belgilab qo'yilgan oqim kesmasida oqim hajmiy tezligini hisoblab chiqarish uchun ishlatilishi mumkin. Hisoblab chiqarish soddaroq bo'lishi uchun oqim ko'ndalang kesmasida tezlik doim taqsimlanib turadi, deb olinadi, lekin haqiqatda devorga yaqin joyda tezlik kamroq bo'ladi va agar shu tezlik e'tiborga olinsa oqimning hajmiy tezligi aniq o'lchangan bo'ladi. To'g'rilaydigan koeffitsient bilan buning o'rnini to'ldirish mumkin.

Oqim turbulentligi barqaror bo'lishi uchun ko'ndalang kesmali naychadagi V o'rtacha tezlik v o'rtacha tezlikning v_{max} oqim maksimal tezligiga nisbati bilan topiladi, to'g'rilaydigan koeffitsient esa 0.84 deb olinadi.

$$\frac{v}{v_{max}} \approx 0,84 \quad (3.12)$$

Shunda v oqim tezligi o'rtacha quyidagicha bo'ladi:

$$v \approx v_{max} \cdot 0,84 \quad (3.13)$$

Maksimal oqim tezligi v_{max} o'lchangan p_{dyn} bosim farqi bilan A oqim ko'ndalang kesmasidan topiladi:

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2 \cdot p_{dyn}}{\rho}} \quad (3.14)$$

V_{cal} suyuqlik sarfi v oqim o'rta kvadrat tezligi bilan A oqim ko'ndalang kesmasidan hisoblab chiqariladi.

$$V_{cal} \approx A \cdot v_{max} \cdot 0,84 \quad (3.15)$$

Oqim naychada erkin aylanishi uchun A ko'ndalang kesma d_1 naychadan o'tgandagi ko'ndalang kesma bilan Pito naychasidadagi to'liq bosimni o'lchash uchun olingan d_2 naycha ko'ndalang kesma orasidagi farq deb olinadi.

$$A = \frac{(d_1^2 - d_2^2) \cdot \pi}{4} \quad (3.16)$$

ya'ni

$$d_1 = \varnothing 17 \text{ mm}$$

$$d_2 = \varnothing 3 \text{ mm}$$

3.5.4. Venturi forsunkasi

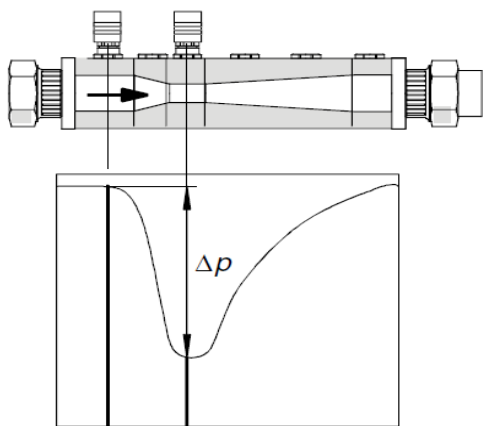
Venturi naychasi drossel vazifasini ham bajaradi. Shunday bo'lganda ko'ndalang kesma torayishi uchta alohida sohaga bo'linadi. Kirish to'g'ri qismidan keyin turadigan forsunkada bo'ladi, oxirida esa ϕ burchakli diffuzor turadi.

A_r bosim A_D me'yordagi ko'ndalang kesma bilan kirish o'rtasida tushadi, cheklangan A_d to'g'ri bo'lma soplo yoki forsunkadan ancha kichik bo'ladi.

- Naychanning standart diametri:

$$\sim \varnothing 65 \dots \varnothing 500 \text{ mm}$$

Aperturning standart nisbati:



3.10-rasm. Venturi forsunkasi

$$\dot{V} = \alpha \cdot \varepsilon \cdot A_d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} = k \cdot \sqrt{\Delta p} \quad (3.17)$$

α Oqim koeffitsienti, o'lchami yo'q.

ε Kengayish koeffitsienti, o'lchami yo'q
(suyuqlikka $\varepsilon = 1$)

ρ O'lchov diafragmasi/o'lchov forsunkasi oldida muhitning zichligi

ESLATMA

Δp tenglamada $\dot{V} = k \cdot \sqrt{\Delta p}$ mbar bilan ko'rsatiladi.

ya'ni

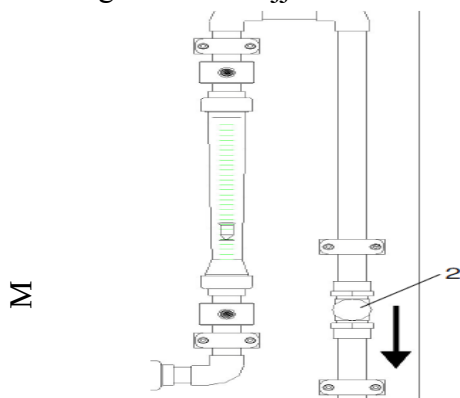
$$k = 132 \frac{L}{h \cdot \sqrt{\text{mbar}}}$$

. Tajriba o'tkazish

4.1. Sarf o'lchaydigan asboblarni kalibrlash

Misol: Rotametr

Sarf o'lchagich ko'rsatgichi o'lchovini tekshirish mumkin bo'lgan boshqa o'lchov asbobining ko'rsatgichi bilan solishtirib kalibrlanadi. Quyidagi misolda **NM 150** ishlatilib rotametr kalibrlanishi ko'rsatilgan. O'lchov diafragmasi, o'lchov forsunkasi, Pito naychasi yoki Venturi naychasi ham shunga o'xshab kalibrlanishi mumkin. Hajm sarfini o'lchash **NM 150**ga qo'shib beriladigan texnik hujjatlarda ko'rsatilgan.



Bajarish:

- NM 150 i NM 150.13 ni tayyorlab qo'ying.
- NM 150 dagi nasosni ishlatib.
- NM 150.13 dagi drosselli berkitgichni (2) oching, oldin hajmli sarfni kamroq qilib qo'ying.
- Rotametr o'lchagan ko'rsatgichni jadvalga yozib qo'ying (23-betdagi 4.1-jadvalga qarang).
- NM 150 bilan hajmli sarfni o'lchang, natijasini jadvalga yozib qo'ying.
- NM150.13 dagi kamida yana beshta drosselli berkitgichda (2) yuqoridagiga o'xshab o'lchov oling.
- Sarf ko'rsatgichlari o'rtasidagi farqni toping, xatoni toping, jadval tuzib natijani yozib qo'ying.

№	Nomi
2	Kirishdagi drosseli berkitgich

4.1-rasm

4 Tajriba o'tkazish

17

4.2. Sarf hajmini o'lchash

4.2.1. O'lchov diafragmasi, o'lchov forsunkasi

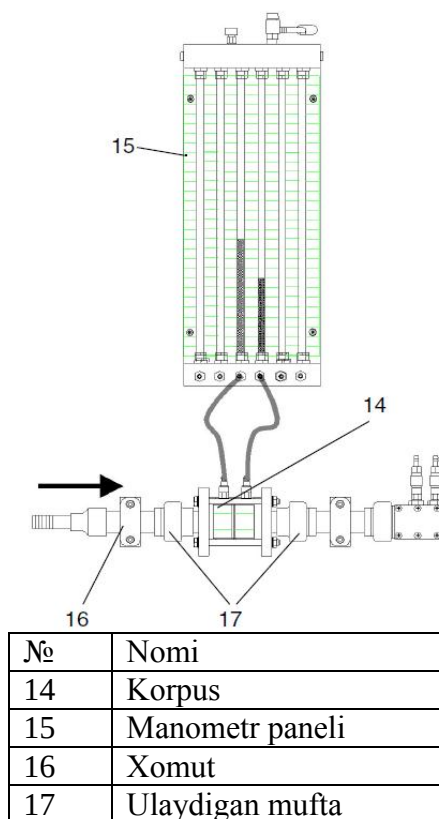
Sarf hajmini o'lchaganda diafragma/forsunka v natijasi Δr bosim yo'qolishiga bog'liq bo'ladi. Bog'laydigan tenglama:

$$\dot{V} = k \cdot \sqrt{\Delta p}$$

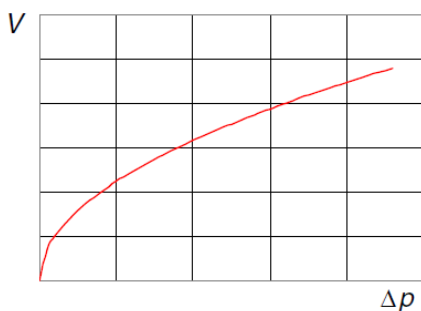
NM 150.13 da o'lchov difragmasi, o'lchov forsunkasi bilan sarf hajmini o'lchashga oldingi tajribada kalibrlangan rotametr ishlatiladi.

Bajarish:

- NM150 i NM150.13 ni tayyorlab qo'ying.
- Agar NM 150.13 ga zarur o'lchov diafragmasi yoki o'lchov forsunkasi o'rnatilmagan bo'lsa:
 - Naycha xomutini (16) bo'shating.
 - Naychalarni burab ulaydigan muftani (17) bo'shating.
 - Pito naychasi yoki korpusni (14) ajratib oling.
 - Korpus ichiga o'lchov diafragmasini yoki o'lchov forsunkasini soling.
 - Qanday ajratgan bo'lsangiz, shunga teskari qilib yig'asiz.
 - Bosim bilan ishlaydigan birikmalarni ikkita naycha bilan manometr paneliga (15) ulab qo'ying.
- Bosim farqini o'lchash uchun manometr panelini (15) tayyorlab qo'ying.
- NM 150dagi nasosni ishlating.



4.2-rasm



4.3-rasm

- NM 150.13 dagi drosselli berkitgichni (2) oching, oldin sarf hajmi kamroq bo'ladigan qilib qo'ying.
- Rotametr ko'rsatgan V sarf hajmini jadvalga yozib qo'ying (23-betdagi 4.1-jadval).
- Bosim farqini jadvalga yozib qo'ying.
- Yuqorida aytilganlarni NM 150.13 dagi boshqa drosselli berkitgichlarda (2) qaytaring.
- Ko'rsatgichlarning bosim farqiga bog'liqligini jadvalini tuzing.

Shunda Δp bosim yo'qolishi bilan V sarf hajm bog'liqligi kvadrat ildiz hosilasini beradi.

4.2.2. Venturi forsunkasi

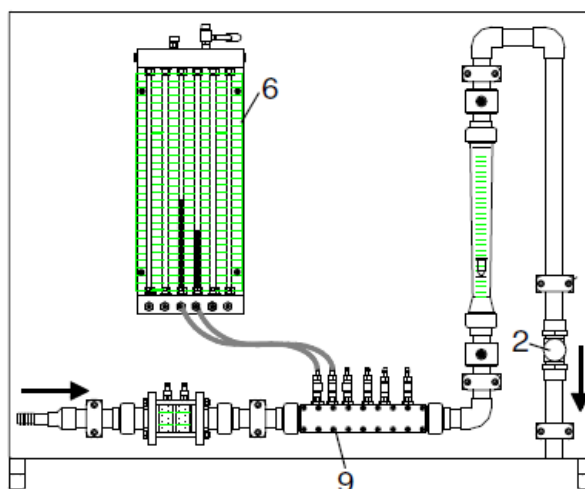
Sarf hajmi V bo'lgan Venturi naychasida Δp bosim yo'qotish quyidagicha bo'lganini ko'ramiz: Tenglamalarni quyidagilarni nazarda tutadi:

$$\dot{V} = k \cdot \sqrt{\Delta p} \quad (4.2)$$

NM 150.13 da Venturi naychasi bilan sarf hajmini o'lchash uchun oldingi tajribada kalibrlangan rotametr ishlatiladi:

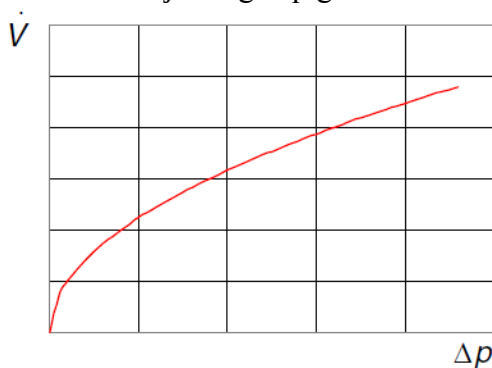
Bajarish:

- NM 150 va NM 150.13 ni tayyorlab qo'ying.
- Venturi forsunkasidagi shlanglarni manometr panelidagi (6) ikkita o'lchov naychasiga ulab qo'ying.
- Bosim farqini o'lchash uchun manometr panelini (6) tayyorlab qo'ying.
- NM 150 dagi nasosni ishlating.
- NM 150.13 dagi drosselli berkitgichni (2) oching, sarf hajmi oldin kamroq bo'ladigan qilib qo'ying.
- Rotametr ko'rsatgan sarf hajmini jadvalga yozib qo'ying (23-betdagi 4.1-jadval).
- Manometr panelida ko'ringan bosim farqini jadvalga yozib qo'ying.
- Yuqorida aytilganlarni NM150.13 dagi boshqa drosselli berkitgichlar bilan (2) qaytaring.



Nº	Nomi
2	Drosselli berkitgich
6	Manometr paneli

Sarf hajmining bosim farqiga bog'liq bo'ladigan ko'rsatgichlarini jadvalga yozib qo'ying. Shunda Δp bosim yo'qolishi bilan V sarf hajm bog'liqligi kvadrat ildiz hosilasini beradi.



4.5-rasm

4.3. Sarf hajmi koeffitsienti

Bernulli qonuniga ko'ra quyidagi tenglamalar naychani toraytirishga ishlatiladi:

$$\dot{V} = \alpha \cdot \varepsilon \cdot A_d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} = k \cdot \sqrt{\Delta p} \quad (4.3)$$

α Sarf hajmi koeffitsienti, o'lchamsiz.

ε Kengayish koeffitsienti, o'lchamsiz
(suvga $\varepsilon = 1$)

ρ Torayishdan oldingi zichligi (suvga $\rho = 1$)

A_d Torayishning ko'ndalang o'lchami

Sarf hajmi koeffitsienti: $\alpha = \frac{V}{A_d \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p}} \quad (4.4)$

Tirqishlarining nisbati $m = \frac{A_d}{A_D} \quad (4.5)$

Diametrlari nisbati: $\beta = \frac{d}{D} = \sqrt{m} \quad (4.6)$

Sarf hajmi koeffitsienti: $C = \alpha \cdot \sqrt{1 - m^2} \quad (4.7)$

$$C = \alpha \cdot \sqrt{1 - \beta^4} \quad (4.8)$$

α bilan C ni hisoblab chiqarishga oldingi o'lchov va jadvallardagi sarf hajmi $\dot{V}$, Δp bosim yo'qolishi, A_d ko'ndalang o'lcham torayish ko'rsatgichlari olinadi.

Tajriba №:					
Sana:					
Ishtirokchi:					
Tajriba turi:					
O'lchanadigan ob'ekt:					
№	Δp bosim yo'qolishi	V Sarf hajmi	O'lchangan 150NM	O'lchangan 150NM	Hisoblangan NM 150

	mbar		hajmi l	vaqti sek	hajm sarfi litr/sekund
1					
2					

4.1-jadval. O'lchangan ko'rsatgichlari jadvali

5. Ilova

5.1. Texnik ko'rsatgichlari

Aylanma o'lchami

Uzunligi	1100 mm
Kengligi	672 mm
Balandligi	900 mm
Og'irligi	taxminan 40 kg

Suv manometr paneli

6 ta naycha 390 mm VS

Rotametr

ko'pi bilan 1600 l/soat

Naychaning o'lchami

Ichki diametri 17 mm

O'lchov diafragmasi va o'lchov forsunkasining korpusi

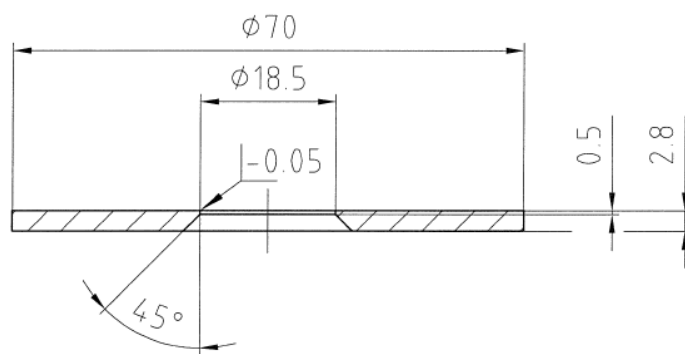
Ichki diametri 28,4 mm

5.2. Formulalarda ishlatilgan belgilar va o'lchov birliklari

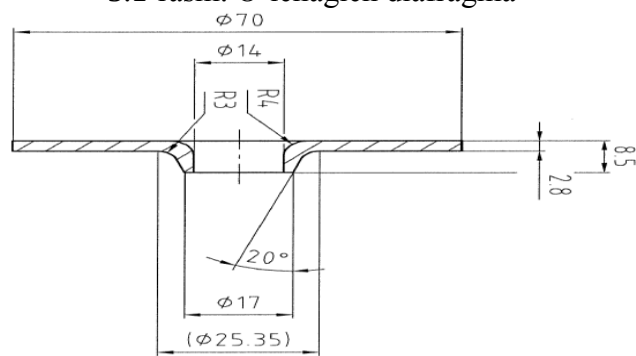
Belgi	Matematik/fizik miqdor	Birlik
A_d	Ko'ndalang o'lchami, kamida	mm
A_D	Ko'ndalang o'lchami, ko'pi bilan	mm
C	Hajm sarfi koeffisienti	
h	Naycha balandligi	mm
k	To'grilash omili	
p	Bosim	Pa, mbar, bar
α	DIN EN ISO 5167 ga ko'ra sarf hajmi koeffisienti	-
φ	Diffuzor kengayish burchagi	°
Δp	Bosim yo'qolishi	mbar
ε	Kengayish koeffisienti	1
V	Hajm sarfi	l/daqqa

Belgi	Tushuntirish
a	air - havo
max	maximal – ko'pi bilan
rel	relative – nisbiy
tot	total - umumiy

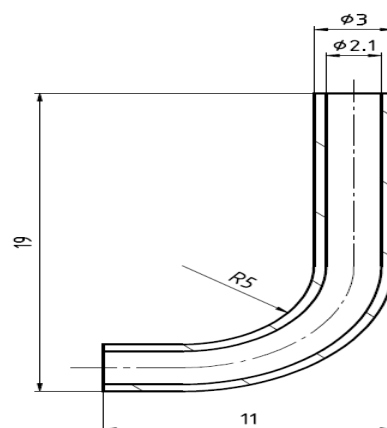
5.3. Aylanma o'lcham o'lchaydigan jihoz



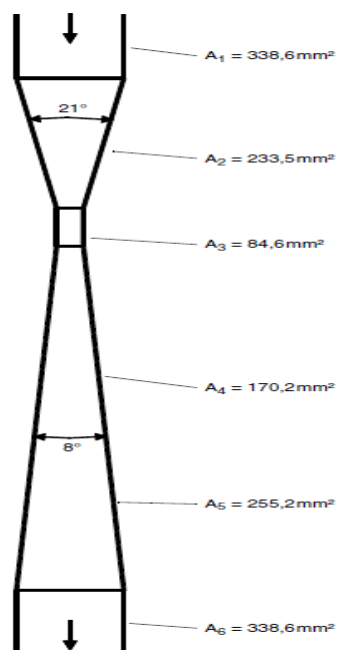
5.1-rasm. O'lchagich diafragma



5.2-rasm. O'lchagich forsunka



5.3-rasm. Pito naychasi



5.4-rasm. Venturi forsunkasining ko'ndalang o'lchami
Nazorat savollari

1. NM 150.13 modul qanday qismlardan iborat?
2. Bosim farqi qaysi formula bilan aniqlanadi?
3. Oqim sarfi qanday o'lchanadi?
4. O'lchov forsankasi deganda nimani tushinasiz?
5. Dinamik bosim qanday aniqlanadi?

TAJRIBA ISHI 8

Ochiq kanalda oqimni o'rganish

Ishning maqsadi: suvni to'sib qo'yadigan inshootlarda suv chiqargichlarda ochiq kanalda suv oqimining harakatini o'rganish.

Kerakli jihozlar: HM 150.21 moduli

UMUMIY MALUMOT

HM 150.21 Flow Channel Kanalda oqimni o'rganish o'quv moduli turli shakllardagi to'siqlar atrofida suv oqimini vizualizatsiya qilish orqali suvni to'sib qo'yadigan inshootlarda / suv chiqargichlarda ochiq kanalda suv oqimining harakatini namoyon etish uchun mo'ljallangan.

Modulning o'lchamlari va shakli HM 150 seriya uskunasi, Gidravlikaning bazaviy tamoyillariga mos keladi, shuningdek laboratoriya uskunasi boshqa tajribalarda ham ishlatishi mumkin.

Ishchi muhit sifatida oqayotgan suv ishlatiladi. Turli shakllardagi to'siqlar atrofida suv oqimi bo'yicha tajribalarni o'tkazishdan oldin kontrast muhitni yaratish uchun suvga kichik forsunkalar yordamida siyoh qo'shiladi. Oqar kanal tajriba vaqtida oqimlarni kuzatish imkonini beruvchi shaffof plastikdan yasalgan.

Aylanib otish jarayonini o'ranish uchun turli quyiladigan to'g'onlar va to'siqlar bevosita oqar kanalda joylashtiriladi.

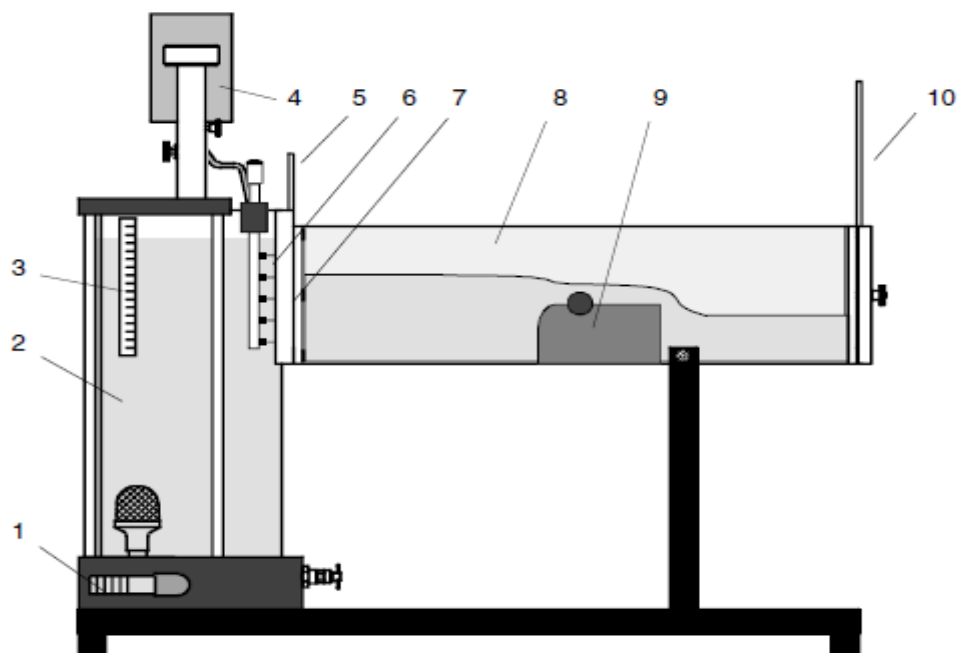
O'quv moduli qo'llanish uchun cheklanmagan va talabalar tomonidan o'z tajribalarni o'tkazish uchun ishlatilishi mumkin.

Quyidagi savollar laboratoriya uskunasi yordamida o'rganilishi mumkin:

- Quyiladigan to'g'onlarning suv oqimi chiziqlariga ta'siri.
- Turli shakllardagi to'siqlar atrofida chiziqlar tasvirini qurish imkoni.

Laboratoriya uskunasining ta'rifi va modulni foydalanishga kiritish

2.1. Modul uskunasining



joylashganligi

2.1-rasm. Ochiq kanalda oqimlarni o'rganish uchun laboratoriya uskunasining umumiy ko'rinishi

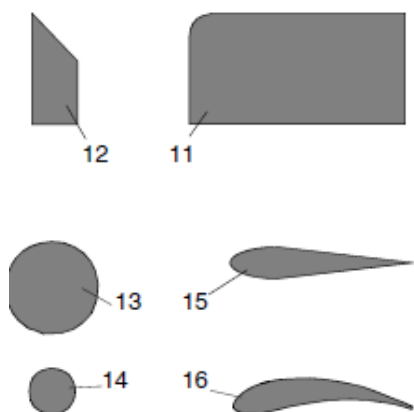
- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 Suv quvuri y o'liga o'lanish | 6 Siyoh yuborish forsunkasi |
| 2 Suv uchun rezervuar | 7 Suv oqimi t o'g'rilagichi |
| 3 O'lchov shkalasi | 8 Ochiq kanal |
| 4 Siyohli idish | 9 Quyiladigan t o'g'on |
| 5 Uzatishda o'lchov diafragmasi | 10 Chiquvchi o'lchov diafragmasi |

HM 150.21, Ochiq kanalda suv oqimini o'rganish O'quv moduli quyiladigan to'g'onlar orqali suv oqimini namoyon etish uchun, shuningdek turli shakllardagi suvga ch o'ktirilgan to'siqlar atrofida suv oqimini vizuallashtirish uchun ishlatiladi.

Suv baki (2) bog'lanish orqali uzluksiz suv uzatib turadi (1). Uzatishning kirish diafragmasi (5) bilan cheklangan suv oqimi ochiq kanalda (8) suvning amaldagi oqimini hosil qilib, bakdan kanalga oqib o'tadi. Shakli bo'yicha turli to'siqlar yoki to'g'onlar (9) ular atrofida suv oqimining harakatini o'rganish uchun ochiq kanalga o'rnatilishi mumkin.

Chiqish diafragmasi (10) yordamida chiqib ketayotgan oqimning darajasini rostlash mumkin.

Kanalga o'rnatilgan to'siqlar atrofida suv oqimini vizuallashtirish uchun suvga siyohli idishdan (4) siyoh q o'shilib forsunka (6) yordamida suvda purkab yuboriladi. Suvda siyohning ingichka iplari to'siqlar atrofida suv oqimlarini k o'rinadigan qiladi. Tajribani bajarish jarayonida kanalga suv uzatilishi bilan kanalga o'rnatiladigan suv to'g'rilagichi ham ishlatiladi, u uzatishda suv oqimini laminarli qiladi. Oqim to'g'rilagichi suv kanalda turbulentsiz oqayotganligiga kafolat beruvchi uyali paket naychalaridan iborat.

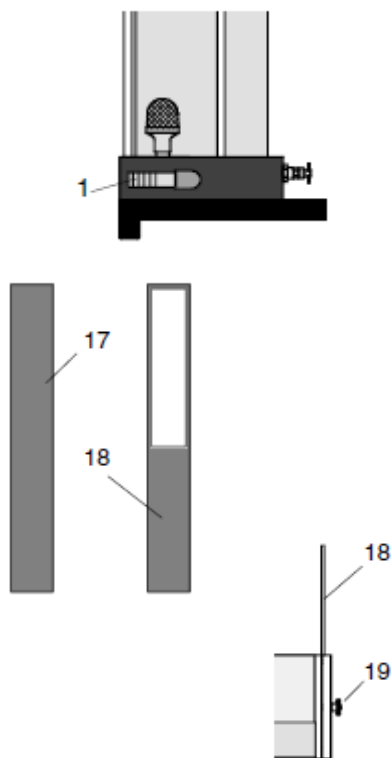


Yon tomonda turli k o'rinishdagi quyiladigan to'g'onlar va suyri to'siqlar k o'rsatilgan.

- Keng t o'sib q o'yadigan to'g'on (11)
- O'tkir qirrali to'g'on (12)
- Quyiladigan to'g'on (doira shaklida)
- Ikki silindr k o'rinishdagi t o'siq (13 va 14)
- Suyri jism (15)
- Qanot elementi (16)

2.2-rasm. Turli shakllardagi to'g'onlar va t o'siqlar.

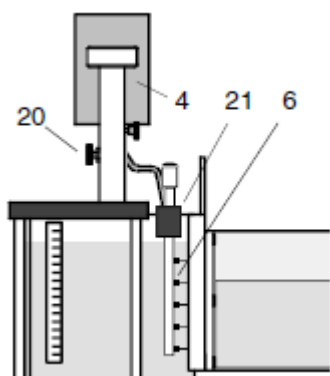
2.2. Uskunani foydalanishga kiritish



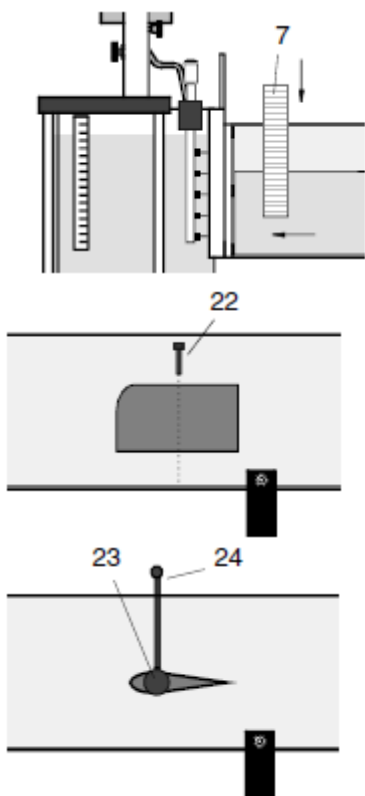
- NM 150 gidravlik blokining suv oqimi t o'g'rilagichini (7) kanalizatsiyaga ulab q o'ying.
- **Suv quvuri suvini yuborish manbasiga** bog'lanishlarni (1) bajaring. Agar zarur b o'lsa, suv quygichidan foydalanib, oqim sathitni roslang.

Plastik tasmalar **kirish diafragmalari** sifatida ishlatiladi. Tasmalar y o'naltiruvchilarga q o'yiladi va kanalda suv oqimini roslash imkonini beradi. Bunday yopish-ochish moslamalari yordamida quyiladigan to'g'onlar bilan tajribalarda suvning keluvchi oqimi sathini rostash mumkin. Bundan tashqari, bunday yopish-ochish moslamalari to'g'onlarning quyilib ketish momentini o'rnatib q o'yish mumkin.

Chiqish diafragmasi (18) ham plastikli tasmani kasb etadi. Ushbu yopish-ochish moslamasi kanal chiqishida o'rnatilgan y o'naltiruvchilar bo'yicha sirpanadi. Bunday yopish-ochish moslamasi **yumaloqlashgan kallakli boltlarning** (19) ikkita mahkamlovchi yopish-ochish moslamasi yordamida balandlikni rostlash imkonini beradi.



- **Siyohli idishni** (4) siyoh bilan t o'ldiring. Siyoh oldindan suv bilan suyultirilishi mumkin. Siyohli idishni shlang yordamida **purkalovchi forsunkalarga** (6) ulab qo'ying. Purkalanadigan siyoh hajmi shlangdagi **rostlovchi vintlar** (20) bilan rostlanishi mumkin. Forsunkalarni ushlab turgan kronshteyn **qisqich** (21) yordamida suv bakiga mahkamlab q o'yilgan, bu esa balandlik rostlanishni osonlashtiradi.



Suv oqimi to'g'rilagichi (7) kanalning k o'ndalang kesimi b o'ylab kanalda vertikal holatda o'rnatilishi kerak. S o'ng, kirishga imkon boricha yaqinroq, bitta yoki ikkita rostanadigan diafragma o'rnatiladi.

Har bir t o'sib turuvchi to'g'on markazida **rezbali plastik bolti** (22) q o'yilishi kerak b o'lgan teshik joylashgan, uning yordamida tasma kanalning tubiga mahkamlanadi.

Har bir suyri t o'siq yon tomondan joylashgan rezbali montaj teshigiga ega. Plastikli **montaj bolti** (23) yordamida suyri t o'siq kanal devorlariga mahkamlanib q o'yilishi mumkin. Bundan tashqari, suyrigichlar suyrigich jismiga burab q o'yilishi mumkin bo'lgan **mahkamlash dastasiga** (24) ega. Dasta yordamida suv oqimiga suyri t o'siqni o'rnatish oson. Suyri to'siq o'rnatilganidan s o'ng dasta tajriba boshlanishdan oldin t o'siqdan olib q o'yilishi kerak.

IZOH!

Mahkamlash bolti (23) kanalning yon tomondagi devoriga rezbali teshikka burab q o'yilishi kerak. Suv kanaldan oqib ketmasligi uchun bolt suyrigich tajribada ishlatilmaganida ham har doim q o'yilgan b o'lishi kerak.

Tajribalar

4.1 Quyiladigan t o'g'ondagi oqim

Keluvchi oqimda suv sathini sun'iy oshirish uchun kanal tubida o'rnatilgan barcha konstruksiyalar to'g'onlar yoki dambalar tizimi deb nomlanadi. «Keluvchi oqim» iborasi to'g'onlar tizimi va svuvni uzatish chizig'i o'rtasidagi suv oqimi uchun ishlatiladi. T o'g'ondan keyingi oqim ketuvchi oqim deb nomlanadi.

Asosa keluvchi oqim sathini oshirish uchun ishlatiladigan dambalar suvni ajratuvchi to'g'onlar deb nomlanadi.

4.1.1 Quyiladigan t o'g'on

Suv sathi yetarlicha b o'lmagan t o'g'onlarda sath yopish-ochish moslamasining k o'tarilgan tagi (pastki tirqish orqali suv osti oqimlar) orqali suv kelishi hisobiga oshirilishi mumkin.

Oqimning kesuvchi suv osti oqimidagi harakatini suvga ch o'ktirilgan oqimdan foydalangan holda namoyon etish mumkin.

- Suv oqimi to'g'rilagichi va suv chiqargichlarning barcha turlarini yechib q o'ying va kanaldan suyrigichlarni olib q o'ying
- Kirish diafragasini joylashtiring va uni kichikroq tirqishga o'rnatib q o'ying
- Chiqish diafragma yordamida kirish y o'lini t o'liq ochib q o'ying.



4.1-rasm. Suvga ch o'ktirilgan yoki to'g'on tubi tagidan suv osti oqimi

Oqim yopish-ochish moslamasining pastki ochilishidan (reaktiv konsentratsiyadan) o'tishi bilan oqimning keyingi oqimlarida b o'ladigan cheklanish hosil b o'ladi. Kiruvchi oqimda suvning sathiga nisbatan yopish-ochish moslamasining pastki ochilishi qanchalik kam b o'lsa, cheklanish shunchalik k o'p b o'ladi. Suv suvga ch o'ktirilgan oqimlar ko'rinishi da yopish-ochish moslamasi tagidan oqib chiqadi, s o'ng chiqish oqimiga aylanadigan oqim holatining gidravlik o'zgarishi ko'rinishi da ifodalanadi.

4.1.2 Keng devorli suv chiqargichi

Keng devorli suv chiqargichi kirish oqimida (suv oqimi y o'li bo'yicha yuqorida) sathni oshirish uchun ishlatiladi. Suv chiqargichlari ikki turga b o'linadi: quyiladigan suv chiqargichi va suv osti quyiladigan suv chiqargichi, germetik zichlagich bilan. Quyiladigan suv chiqargichi iborasi – suvni t o'liq quyish uchun ishlatiladi. Suv osti quyish bilan suv chiqargichi – bu not o'liq quyish misolidir.

Keng devorli suv chiqargichi holati mazkur amaliy q o'llanmada o'rganiladi, unda agar damba chiqish diafragmasini rostlash yordamida yaratilayotgan b o'lsa o'tish/tranzit nuqtasi namoyon qilinishi mumkin.



4.2-rasm. Keng devorli suv chiqargichidagi oqim

- Suv oqimi suv t o'g'rilagichini kanaldan olib q o'ying
- Keng devorli suv chiqargichi taxtasini o'rnatib q o'ying
- Kirish diafragmasi yordamida kirish oqimida (suv oqimi y o'li bo'yicha yuqorida) sathni rostlang
- Suvning chiqish oqimida va kirish joyida chiqish diafragmasini rostlash yordamida sathni o'zgartirib turing.

4.1.3 O'tkir uchli suv chiqargichi

Aytib o'tilganidek, suv chiqargichi kirish oqimi sathini oshirish uchun ishlatiladi. Suv chiqargichlarini tavsiflanda chiqish oqimida suv sathiga nisbatan suv chiqargichining chegarasi balandligi muhim sanaladi. O'tkir uchli suv chiqargichi, odatda, quyiladigan suv chiqargichi hisoblanadi. T o'liq quyilish uchun quyidagilarni bajarish kerak:



4.3-rasm. O'tkir uchli suv chiqargichi da oqim (suv chiqargichida suv toshib ketishi)

- Kanaldan oqim t o'g'rilagichini yechib q o'ying
- Tug'onning o'tkir uchli suv chiqargichini kanalga o'rnatib q o'ying
- Kirish diafragmasi yordamida kiruvchi oqim sathini rostlang
- Chiquvchi oqimda sathni va chiqishni chiqish diafragma yordamida almashtirib turing.

4.2 Suyri to'siqlar arofida suv chiziqlari

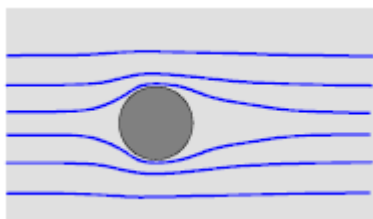
Agar suvga ingichka oqimlar ko'rinishi da siyoh q o'shilsa, masalan, biron bir t o'siqni aylanib o'tuvchi suyuqlik oqimini k o'rinadigan qilish mumkin. Bu turli shakldagi jismlar atrofida suyuqlik harakatlanishini o'rganish imkonini beradi.

Ta'kidlash kerakki, oqimning alohida chiziqlari o'rtasida masofa qanchalik kam b o'lsa, shunchalik oqimning tezligi shu paytda yuqori b o'ladi.

4.2.1. Silindr

Kanalga suv oqimi t o'g'rilagichini o'rnatib q o'ying

- Siyohli idishni tayyorlang va purkagichning soplolarni tozalang
- Kanalning devorlarida ikkita silindrlardan birini mahkamlab q o'ying
- Kanaldan barcha boshqa elementlarni olib q o'ying
- Kirish diafragmasi yordamida kirish oqimida suvning yetarlicha yuqori sathini rostlang.
- Chiqish diafragmasini ishlating, chiqish oqimini rostlang
- Rostlovchi vintlar yordamida siyohning kerakli purkash miqdorini belgilab q o'ying. siyohni purkalovchi soplolarni o'rnatish balandligini rostlang.

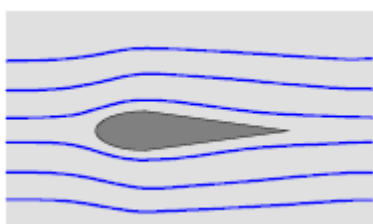


4.4-rasm. Silindr atrofida suv oqimi chiziqlari

Rasmda oqim chiziqlari k o'rinishda silindr atrofidagi suv oqimi k o'rsatilgan. Jism atrofidagi oqim laminarli, turbulentsiz. Oqim chiqizklari gorizontall o'qqa nisbatan simmetrik joylashgan. Silindrdan oqim uzilishi kuzatilmaydi.

Silindrdan keyin oqimning ketuvchi chiziqlar torayishi yanada yuqori tezlik sohasiga k o'rsatadi.

4.2.2 Suyri jism

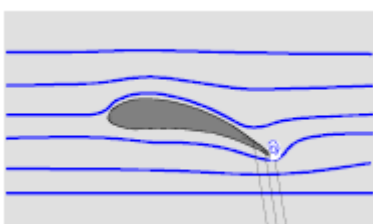


4.5-rasm. Suyri jism atrofida suv oqimi chiziqlari

- Kanalga suv oqimi t o'g'rilagichini o'rnatib q o'ying
- Siyohli idishni tayyorlang va soplolarni tozalang.
- Kanalga suyri jismni o'rnating va uni kanal devorlariga mahkamlab q o'ying
- Kanaldan barcha boshqa elementlarni olib q o'ying
- Kirish diafragmasidan foydalanib, kirish oqimida suvning kerakli sathini rostlang
- Chiqish diafragmasidan foydalanib, chiqish oqimini rostlang
- Siyohni purkash miqdorini va purkagich soplolarni o'rnatish balandligini rostlang

Rasmda suyri jism atrofida oqim chiziqlari k o'rsatilgan. Oqim chiziqlari bir tekisda taqsimlangan va bir xil deformatsiyalangan

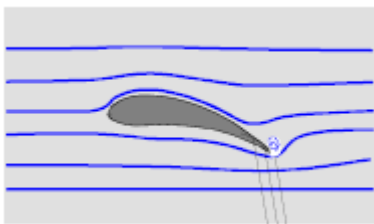
4.2.3 Qanot elementi



4.6-rasm. Qanot elementi atrofida suv oqimi chiziqlari

- Kanalga oqim t o'g'rilagichini o'rnatib q o'ying
- Siyohli idishni tayyorlang va soplolarni tozalang
- Kanalga suyri jismni o'rnating va uni kanal devorlariga mahkamlab q o'ying
- Kanaldan barcha boshqa narsalarni olib q o'ying
- Kirish diafragmasidan foydalanib, kirish oqimida suvning kerakli sathini rostlang.
- Chiqish diafragmasidan foydalanib, chiqish oqimini rostlang
- Siyohni purkash miqdorini va purkagich soplolarni o'rnatish balandligini rostlang

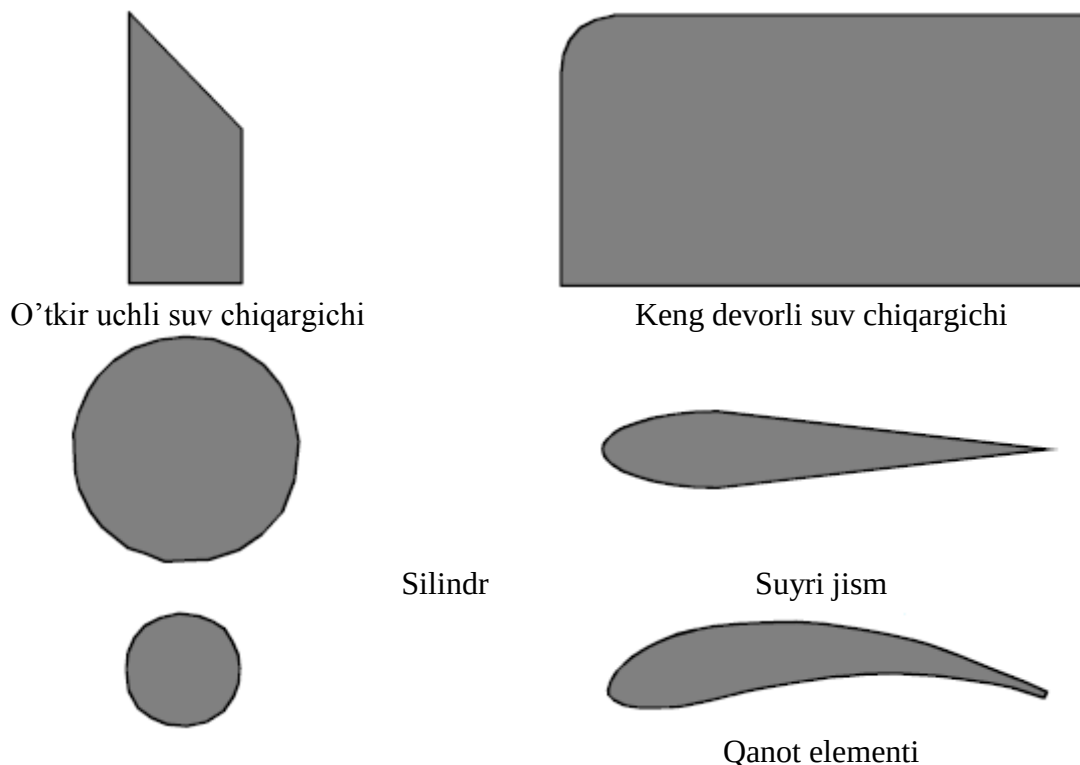
Rasmda Qanot elementi atrofida suv oqimi chiziqlari k o'rsatilgan.



4.7-rasm. Qanot elementi atrofida suv oqimi chiziqlari

Oqim suyri jismga tushish burchagiga qarab, suv oqimi chiziqlari turli o'ziga xos rasmlarni hosil qiladi. Bundan tashqari, jism atrofida oqim chiziqlari rasmi jismga tushayotgan oqimning tezligiga qarab o'zgarib turadi.

5.1 Suyri jismlar modellari



5.2 Texnik tavsiflar

Ishchi suyuqlik:	suv
Suv baki:	taxminan 14 litr
Q o'llaniladigan b o'yoq moddasi:	siyoh
Purkalovchi soplolar soni:	5
Oqar qismi o'lchamlari (U x K x B)	625 x 20 x 150 mm
Umumiy gabaritlar (U x K x B)	865 x 640 x 520 mm
Og'irlik:	taxminan 25 kg

Nazorat savollari

- 1.HM 150.21modul ishlash pirinsipi qanday.
- 2.Siyohli idishning vazifasi nimadan iborat?
- 3.Plastik difragmalarni vazifasini tushuntiring.

TAJRIBA ISHI 9

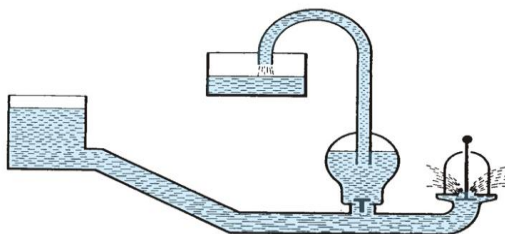
Gidravlik zarba yordamida bosim bilan haydaydigan gidravlik taran (suvni yuqoriga ko'tarib beradigan qurilma)

Ishning maqsadi: Nasos yordamida suvni qo'shimcha mexanik energiya bilan ta'minlamasdan katta balandlikka bosim orqali haydash usuli o'rganish

Kerakli jihozlar: HM 150.15 Gidravlik zarba yordamida bosim bilan haydaydigan gidravlik UMUMIY MA'LUMOT

HM 150.15 Gidravlik zarba yordamida bosim bilan haydaydigan gidravlik taran tajriba uskunasi gidravlik taran ishlashini namoyish qilish uchun qo'llaniladi. Bunday turdagi nasos yordamida suvni qo'shimcha mexanik energiya bilan ta'minlamasdan katta balandlikka bosim orqali haydash mumkin. Mazkur texnologik jarayonda oqar suvning mexanik harakat (kinetik) energiyasi oniy tormozlash orqali bosimning potensial energiyasiga aylanadi. Quvurlarda bosim sakrashi (keskin o'zgarishi) holatlari yuzaga kelishini va ta'sirini ham namoyish qilish mumkin.

Uskuna gidromexanika sohasida tajribalar o'tkazish uchun **HM 150** tayanch moduli bilan foydalanish uchun mo'ljallangan. Yetarli darajada suv ta'minoti mavjud bo'lgan holatda, uskunadan bevosita suv quvur yo'li (vodoprovod) tarmog'i orqali foydalanish mumkin.



1.1-rasm: Gidravlik plunjer

Uskuna texnik xizmat ko'rsatilishini talab qilmaydi va zanglashga (korroziyaga) chidamli materiallardan tayyorlangan.

Uning oddiy tuzilishi va aniq namoyish qilingan (klapanning ochilishi va shaffof idishlar) foydalanish tartib-qoidolari tufayli uskuna ma'ruzalarda namunali misollar yoki o'quvchilar tajribalari uchun ajoyib tarzda mos keladi.

Maqsad quyidagilarni o'rganishdan iborat:

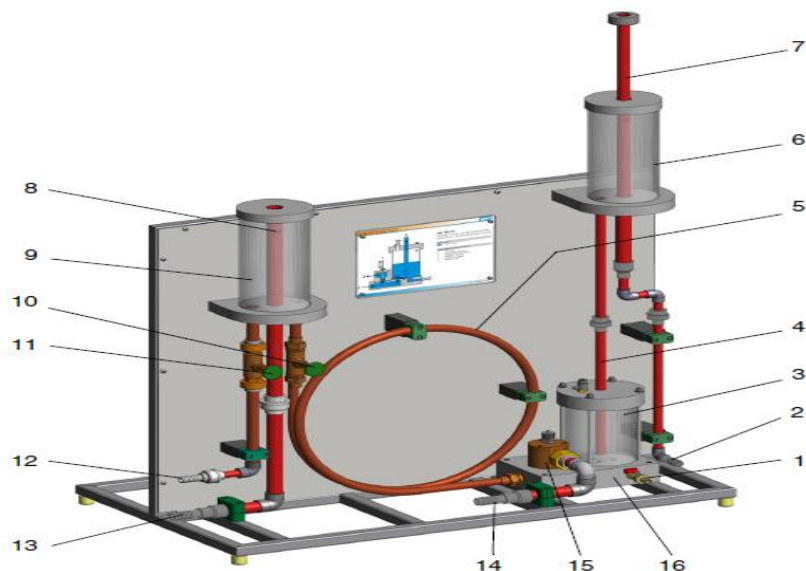
- gidravlik zarbaning yuzaga kelishini va ta'sirini misollar bilan namoyish qilish;
- gidravlik taranning ishlash tartib-qoidolari;
- havo qalpog'i funksiyasi;
- havo qalpog'idagi havo hajmi va oqim tezligining nasos ishlash rejimiga ta'siri;
- samaradorlik tahlili.

1.1 Foydalanish uchun atrof-muhit sharoitlari va saqlash joylari

- 1.Yopiq xona
- 2.Changsiz va namsiz
- 3Tekis va mustahkam asos
- 4.Qirov hosil bo'lmasligi kerak

2 Uskuna tavsifi

2.1 Joylashish sxemasi



3.1-rasm: HM 150.15 qurilmasining joylashish sxemasi

1	Suvni chiqarib yuborish klapani	9	1-suv bosimi hosil qiladigan bak
2	Suvni chiqarib tashlaydigan quvur	10	Rostlash klapani
3	Havo qalpog'i	11	Kiritish klapani
4	Vertikal quvur	12	Suv quvur yo'li (vodoprovod) quvuri
5	Quvur	13	Suvni chiqarib tashlaydigan quyish quvuri
6	2-suv bosimi hosil qiladigan bak	14	Suvni chiqarib tashlaydigan moslama.
7	Rostlanadigan quyish quvuri	15	Ishlatilgan suyuqlik uchun suvni chiqarib yuborish klapani
8	Quyish quvuri	16	Klapanli blok

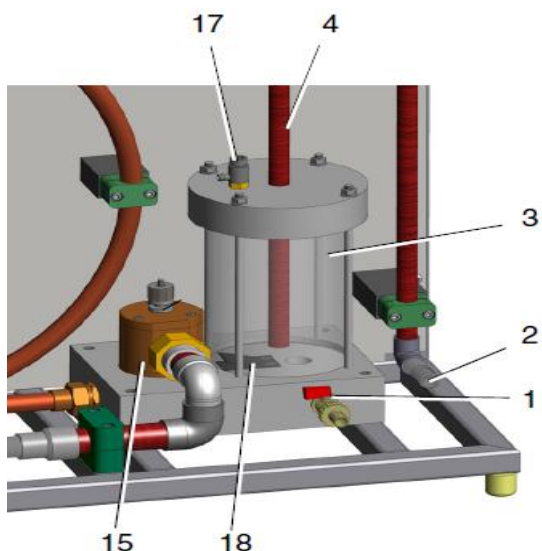
Uskuna, asosan, ikkita suv bosimi hosil qiladigan bak, quvurlar, havo kamerali klapanli blok hamda taalluqli kirish va chiqish qisqa quvurlaridan tashkil topgan.

Barcha detallar panelga o'rnatilgan.

Suv quvur yo'li (vodoprovod) quvuridan (12) suv kiritish klapani (11) orqali o'tadi va birinchi suv bosimi hosil qiladigan bakka (9) kelib tushadi.

Umumiy quyish quvuri (8) suvning doimiy darajasini bir maromda saqlaydi. Biroz ko'tarilgan konteyner L uzunlikdagi suv quvur yo'li (vodoprovod) quvurini (5) ta'minlaydi. Suyuqlik sarflanishini ikkinchi rostlash klapani (10) yordamida rostlash mumkin.

Suv quvur yo'li (vodoprovod) quvuri orqali uzatilgandan so'ng suv klapanli blokka (16) kelib tushadi. Yuklangan ishlatilgan suyuqlik uchun suvni chiqarib yuborish klapani (15) klapanli blokda o'rnatilgan. Quvurda suv oqimi tezligi kichik bo'lgan vaqt mobaynida, ushbu klapan ochiq holatda qoladi va suv qarshiliksiz suvni chiqarib tashlaydigan moslamaga (14) kelib tushadi. Agar suv oqimi tezligi kuchaytirilsa, ishlatilgan suyuqlik uchun suvni chiqarib yuborish klapani suv oqimi kuchlanishi bilan shu zahoti bekitiladi.



Quvurda bosim oshirilishi klapaning to'sma qopqog'ini (18) ochadi, shuningdek klapanli blokda o'rnatilgan to'sma qopqoqni ochadi va suv havo qalpog'iga (3) kelib tushadi. Bu yerdan suv vertikal quvur (4) orqali o'tadi va ikkinchi suv bosimi hosil qiladigan bakka (6) kelib tushadi. Bosim balandligini rostlanadigan quyish quvuri (7) orqali rostlash mumkin. Nasos bilan uzatiladigan suv suvni chiqarib tashlaydigan quvurda (2) paydo bo'ladi.

Suv darajalarini har ikki suv bosimi hosil qiladigan bakda o'rnatilgan shkala bo'yicha hisoblab chiqish mumkin. Shkala hisobining boshlanishi klapanli blokning yuqori qismidan boshlanadi.

3.2-rasm: Klapanli blok va havo kamerasi

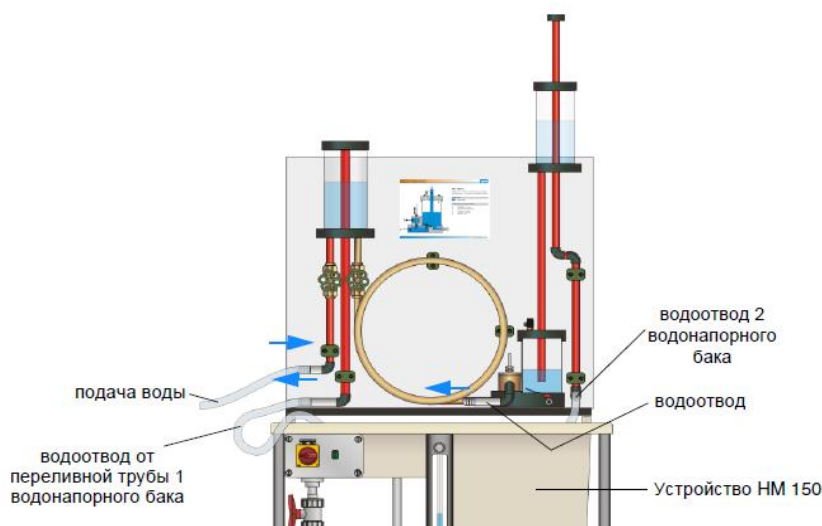
Ishlatilgan suyuqlik uchun suvni chiqarib yuborish klapanini klapan shtoki orqali qo'lda ham boshqarish mumkin.

Ishlatilgan suyuqlik uchun suvni chiqarib yuborish klapani siljishini klapan shtokidagi dumalatib ishlov berilgan pastki gayka yordamida rostlash mumkin.

Havo qalpog'idagi havo hajmini bo'shatuvchi ventil (17) yordamida o'zgartirish mumkin. Suvni chiqarib yuborish klapani (1) havo qalpog'i bo'shatilishini yengillashtiradi.

2.2 Montaj qilish va ulash

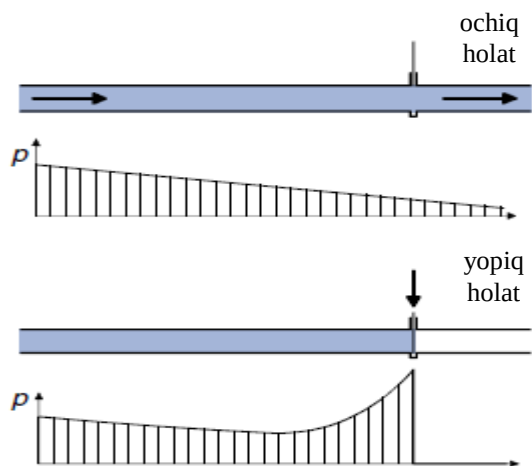
1. Suvni chiqarib tashlaydigan quvurdan suv HM 150 qurilmasi suv oqimiga oqib kelishi uchun gidromexanika sohasida tajribalar o'tkazish uchun HM 150 tayanch moduliga HM 150.15 tajriba uskunasi o'rnatish kerak.
2. Suv uzatilishini ta'minlash kerak.
 - HM 150 tayanch modulining nasossiz yordamchi moslamalari uchun shlang orqali suv quvur yo'li (vodoprovod) qisqa quvurlarini va suv quvur yo'li (vodoprovod)ni ulang yoki:
 - shlang orqali laboratoriya suv quvur yo'li (vodoprovod) tarmog'ini va suv quvur yo'li (vodoprovod)ni ulang.



3.3-rasm: HM 150 qurilmasiga HM 150.15 uskunasi o'rnatish.

3 Asosiy tartib-qoidalar

Quyida tavsiflanadigan asosiy tartib-qoidalar dalil-asoslar (argumentlar) to'liqligini da'vo qilmaydi. Qo'shimcha nazariy izohlar olish uchun maxsus adabiyotga murojaat qiling.



4.1-rasm: Oqim to'satdan tormozlangan paytdagi gidravlik zarba

Suv oqimi energiyasi yordamida Mongolfe tomonidan ixtiro qilingan (1797 y.) gidravlik taran suvni uning manbai balandligiga nisbatan ancha ko'proq balandlikka chiqarish imkonini beradi. Ushbu nasos quvurdagi suv oqimi qismini keskin yaqin keltirish orqali yuzaga kelgan ta'sirdan foydalanadi; ushbu jarayon vaqtida suvning kinetik energiyasi potensial energiyaga aylanadi.

Odatda, shu tarzda hosil qilingan bosim impulsi maqsadga muvofiq emas va quvurlarning jiddiy shikastlanishiga olib kelishi mumkin. Ayniqsa, katta bosimli gidroturbinalarda, loyihalar va konstruksiyalarda zarur choralar qo'llanilib, ushbu bosim impulsini neytrallash uchun urinishlar amalga oshiriladi.

Masalan, faqat surilma qopqoqlar sekin bekitiladi. Kovshli gidroturbinalarda suv oqimi to'satdan yuklama pasayib ketganda faqat boshida chetlashtiriladi, so'ngra esa soplo ignasi sekin yopiladi. Bundan tashqari, bosim impulsini amortizatsiyalashi va bo'shashtirishi mumkin bo'lgan o'ziga xos muvozanatlovchi rezervuarlar bosim quvurlariga montaj qilingan.

Gidravlik plunjerli nasosda bunday ta'sir davriy bekitiladigan klapan (ishlatilgan suyuqlik uchun suvni chiqarib yuborish klapani) bilan maxsus qo'zg'atiladi.

Natija beruvchi bosim impulsi bosim bilan haydaydigan klapan orqali havo qalpog'iga oqib o'tadigan suv bilan tarqatiladi. Havo qalpog'i impulsni yumshatadi va ikkinchi suv bosimi hosil qiladigan bakdagi vertikal quvur suvining yuqori belgisi ko'proq yoki kamroq uzluksiz pasayishiga imkon beradi.

Agar oqimdan yo'qotishsiz foydalanilsa, energiyani saqlash qonuni qo'llanilishi mumkin:

Quvurda yo'qotishsiz oqim holatida, suvning h_1 bosimi uchun erishiladigan maksimal tezligi quyidagidan iborat bo'ladi:

$$v_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1} \quad (4.1)$$

Shunday qilib, quvurda oqib o'tadigan suv energiyasi quyidagini tashkil qiladi:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot 2 \cdot g \cdot h_1 \quad (4.2)$$

h_2 balandlikka tortib chiqariladigan suv energiyasi quyidagini tashkil qiladi:

$$E_{pot} = m_2 \cdot g \cdot h_2 \quad (4.3)$$

Ushbu energiya ishlab chiqarilishlari tengligini aniqlab:

$$m_1 \cdot g \cdot h_1 = m_2 \cdot g \cdot h_2 \quad (4.4)$$

yoki suyuqlikning yalpi sarflanishlaridan foydalanib, nisbiy yalpi sarflanish quyidagi formula bo'yicha hisoblab chiqiladi:

$$\mu = \frac{\dot{m}_2}{\dot{m}_1} = \frac{h_1}{h_2} \quad (4.5)$$

Bu h_2 balandlikka tortib chiqariladigan yalpi sarflanish $\dot{m}_1$ suv bosimlari nisbatiga bog'liqligini anglatadi.

sharoitlariga qarab tajribalarda natijalar o'rtasida farq bo'lishi mumkin. Shunga qaramay, ilmiy qonuniyatlarni ko'rgazmali namoyish qilish mumkin.

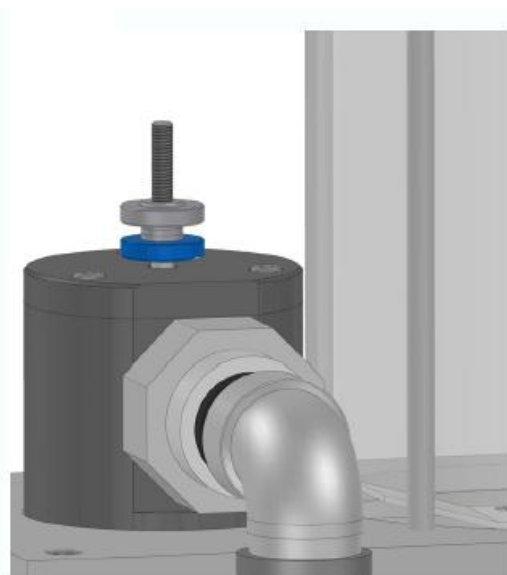
3.1 Tajribadan ko'zlangan maqsad

Og'irlik yuklamasi, klapan ko'tarilish balandligi va oqim tezligi funksiyalari sifatida ishlatilgan suyuqlikni chiqarib yuborish klapanining ishlash tartib-qoidalarini tadqiq qilish. Bundan tashqari, havo qalpog'idagi havo hajmining klapan ko'tarilish balandligiga ta'sirini namoyish qilish mumkin.

3.2 Tajribaga tayyorgarlik

11-betdagi 3.2-bo'limga muvofiq, gidromexanika sohasida tajribalar o'tkazish uchun HM 150 tayanch moduliga tajriba uskunasi ulang.

3.3 Tajriba o'tkazish



5.1-rasm: Dumalatib ishlov berilgan quyi gaykali klapan shtoki (ko'k rangli).

Havo qalpog'idagi suv darajasi ko'tariladi va vertikal quvur suv ikkinchi suv bosimi hosil qiladigan bakka yetmaguncha daraja ko'tarilishini boshlaydi.

Ishlatilgan suyuqlikni chiqarib yuborish klapanining muayyan doirada siljishini, shuningdek sikl davomiyligini klapan shtokidagi dumalatib ishlov berilgan gayka yordamida rostlash mumkin.

Quyish quvurini yuqoriga va pastga bir tekisda siljitish orqali nasos bosimini rostlash mumkin.

Bo'shatuvchi ventil orqali havoni chiqarib yuborish natijasida havo qalpog'ining ish unumdorligini o'zgartirish va uzatish xossalari ta'sirini tadqiq qilish mumkin.

1. Bo'shatuvchi ventilni bekiting.
2. Suvni chiqarib yuborish klapanini bekiting.
3. Rostlash klapanini to'liq oching.
4. HM 150 qurilmasi nasosini ulang.
5. HM 150 qurilmasi parragini oching.
6. Kiritish klapanini oching.
7. Birinchi suv bosimi hosil qiladigan bakni suv bilan to'ldiring.
 - Suv quyish belgisiga yetishi bilan suv darajasi yanada oshishiga yo'l qo'ymaslik maqsadida uzatish tezligini biroz kamaytirish kerak.
8. Gidravlik taran ishlashni boshlaydi.
 - Agar u ishlamasa, klapan shtokini qo'lda ishga tushirish orqali ishlatilgan suyuqlikni chiqarib yuborish klapanini uzib qo'yish mumkin.
 - Agar ishlatilgan suyuqlikni chiqarib yuborish klapani ishga tushirilmasa, klapan siljishini qisqartirish kerak.Buning uchun klapan shtokidagi dumalatib ishlov berilgan quyi gaykani past tomonga aylantirish kerak (5.1-rasmga qarang).

Nasos oqimining hajmiy tezligini sekundomer va chiqarish quvuridagi o'lchov idishi yordamida o'lchash mumkin. Tezlikni o'lchash uchun bir litrga 20 soniyadan 50 soniyagacha vaqt sarflanadi.

Nisbiy yalpi sarflanishini aniqlash

Navbatdagi tajriba modelida amaldagi nisbiy yalpi sarflanishning nazariy kattalik bilan solishtirilishi amalga oshiriladi. Qiyosiy tahlilni o'tkazish uchun suv sathini, nasos oqimining hajmiy tezligini va suv yo'qotilishi hajmini o'lchash talab qilinadi.

Nasos bosimi suvning ikki sathi balandligi o'rtasidagi farq ko'rinishida ifodalangan:

1. suv bosimi hosil qiladigan bak
2. suv bosimi hosil qiladigan bak

Suv bosimi

$$: h_1 = 0,88 \text{ m}$$

$$: h_2 = 1,15 \text{ m}$$

$$: \Delta h = 0,27 \text{ m}$$

Nasos oqimining hajmiy tezligini o'lchash quyidagini tashkil qiladi: 1 l/40 soniya yoki:

$$\dot{m}_2 = 0,025 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Suv yo'qotilishi hajmini o'lchash chiqish qismida (18) amalga oshiriladi. Bu yerda shuni qayd etish kerakki, suvning klapan (2) orqali kiritilishini quyish quvuri (4) orqali imkon qadar kamroq hajmli suv oqib o'tadigan tarzda rostlash kerak. Ushbu qo'shimcha hajm natijani buzib ko'rsatishi mumkin.

Suv yo'qotilishi hajmini o'lchash quyidagini tashkil qiladi: 1 l/14,5 soniya yoki:

$$\dot{m}_{loss} = 0,069 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Birinchii suv bosimi hosil qiladigan bakdan oqib tushadigan suvning umumiy hajmi nasos oqimining hajmiy tezligi va suv yo'qotilishi hajmi yig'indisi ko'rinishida taqdim qilingan:

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 + \dot{m}_{loss}$$

$$\dot{m}_1 = 0,094 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Bu quyidagicha amaldagi nisbiy yalpi sarflanishni tashkil qiladi:

$$\mu = \frac{\dot{m}_2}{\dot{m}_1} = 0,266$$

Bosim balandligiga qarab, nazariy nisbiy yalpi sarflanish quyidagini tashkil qilishi kerak:

$$\mu_{theo} = \frac{\dot{m}_2}{\dot{m}_1} = \frac{h_1}{h_2} = \frac{0,88\text{m}}{1,15\text{m}}$$

$$\mu_{theo} = 0,765$$

Shunday qilib, taxminan faqat 35% nazariy ehtimoliy nasos unumdorligiga erishildi.

5.3.1. Foydali ish koeffitsiyentini aniqlash

Ish unumdorligi ish uchun foyda nisbatlari ko'rinishida aniqlanadi.

Foyda uzatilgan suv hajmi energiyasi, ishlatiladigan suv energiyasi quvvati bilan tavsiflanadi.

Agar yalpi sarflanishlar qo'llaniladigan bo'lsa, kirish va chiqishdagi quvvatlar nisbati hosil bo'ladi.

$$P_{in} = \dot{m}_1 \cdot g \cdot h_1$$

$$P_{in} = 0,81W$$

$$P_{out} = \dot{m}_2 \cdot g \cdot \Delta h$$

$$P_{out} = 0,066W$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{0,066W}{0,85W}$$

$$\eta = 8,1\%$$

Bu boshqa turdagi nasoslarga qaraganda nisbatan kichik foydali ish koeffitsiyenti hisoblanadi. Shunga qaramay, oddiy tuzilishga ega va suv bilan boshqariladigan uskuna bilan ushbu natija yomon emas.

3.4 Ilova

3.5 Texnik ma'lumotlar

Tashqi (gabarit) o'lchamlar

Uzunligi × kengligi × balandligi

1100 mm × 650 mm × 1400 mm

Og'irligi

taxminan 55 kg

Sovuq suv ta'minoti

Bosim, minimal

0,1 bar

Oqim tezligi, minimal

600 l/soat

Gidravlik taran

Bosim, maksimal

0,27 m

Oqim tezligi

90 l/soat

3.6 Formulalar uchun foydalanilgan shartli belgilar va o'lchov birliklari ro'yxati

Shartli belgilar	Matematik / fizik kattaliklar	O'lchov birliklari
Δh	Bosim	m
E	Energiya	Nm
h	Suv darajasi	m
$\dot{m}$	Yalpi sarflanish	kg/s
P	Quvvati	Vt
η	Foydali ish koeffitsiyenti	-
μ	Nisbiy yalpi sarflanish	-

Satr ostidagi indeks	Izoh
in	keltiriladigan quvvat
kin	kinetik energiya
out	chetlashtiriladigan quvvat
pot	potensial energiya
theo	nazariy kattalik
loss	yo'qotish

Nazorat savollari.

1. Hidravlik zarb yordamida suyuqlikni uzatishdan maqsad nima?
2. Suyuqliklarni uzatishda bosimni oshirish usullarini tushuntiring.
3. Qurilmaning ishlash prinsipi tushuntiring.
4. Dumalatib ishlov beriladigan quyi gaykali klapan shtokning vazifasi nima?

Mustaqil ish mavzulari

Gidravlika fanidan mustaqil ishining tashkiliy shakli.

Gidravlika va gidropnevmoymoyuritm fanining maqsad va vazifalari "Gidravlika" kursini o'qitishdan maqsad quyidagi ko'rsatilgan muammolar bo'yicha talabalarga bilimlar tizimini berish va ular asosida malaka va ko'nikmalar shakllantirish:

- gidravlika qonunlarini texnikaning turli sohalarida qo'llanilish sohalarini tamoyillari;
- gidrostatika qonunlarini va suyuqliklarnng tinch holati qonunlarni aniqlikka erishish asoslari;
- gidrodinamkaning asosiy qonunlari va masalalarini yechishni o'rganish ulardan texnika uchun foydalanish;
- suyuqliklarnng harakat qonunlarni texnikaning tyrli halatlarini o'rgansh jarayonlarning optimalligiga erishish;
- gidravlik nasoslarnng ishlash prinsipin o'rganish va qo'llanish sohaları haqida ma'lumotga ega bo'lish;
- gidravlik nasoslarnng bajargan ishlaridan foydalanb masalalar yechishni o'rganish;

Mustaqil ishlar uchun tanlangan mavzular.

№	Mavzular nomi
1	Suyukliklar tugrisidagi tushunchalar,ularning fizikaviy xossalari.Suyukliklar kovushokligini aniklashga kerak buladigan asbob va uskunalar xakida.
2	Gidrostatika asoslari ,ideal suyuklik xususiyatlari, bosimni ulchash va uning xossalari, gidrostatikaning asosiy tenglamasi.
3	Gidrostatik bosim markazi, bosimkuchining kuyilish nuktasi,suyuklik bosimining idish tubiga ta'siri,suyuklik bosim kuchini aniklashda gidrostatik bosim epyurasi.
4	Suyuklik bosim kuchini egri (noteks) yuzalarga ta'sirini aniklash,suyuklikda jismning sizish konuni (Arximed konuni), suyuklikda sizayotgan jismning chaykalmazlik sharti.
5	Gidrodinamikaning asosiy tushunchasi ,suyuklik xarakatining kinematikasi,suyuklik xarakatining barkaror va bekaror xarakati.
6	Suyuklik xarakatining barkaror tekis va notekis ilgari lanma xarakati,naporli naporsiz xarakat, elementar okim naycha uchun D.Bernulli tenglamasi,uzanda real suyuklikning elementar okim naychasi xarakati uchun Bernulli tenglamasi
7	Gidravlik karshiliklar va suyuklik okimining barkaror xarakati paytida ishkalanish ta'sirida yukotilgan napor,laminar va turbulent xarakat,

	O Reynols soni va uning kritik mikdori, laminar xarakatdagi okimning kundalang kesimi maydoni buyicha tezliklarning taksimlanishi.
8	Darsi formulasi; Darsi koefitsienti; kuvur devorining gadir- budirligi. Absolyut va nisbiy gadir – budirlik. Nikuradze va Murin grafiklari
9	Gidravlik mashinalar ,nasoslarning ishlash prinsipi kullanish soxasi va bajaradigan ishi, porshenli nasoslar tuzilishi va ishlash prinsipi
10	Nasoslarning bosim unumdorligi, surish balandligi, nasoslarda energiya balanisi, FIK va boshka parametrlari, nasos konstruksiyalarini tayyorlash, shesternali, plunjerli, diafragmali nasoslar va ularning kullanish soxasi.
11	Markazdan kochma nasosning tuzilishi, ish gildiragi nazariyasi, nasos ishining asosiy kursatkichlari , ukiy va markazdan kochma nasoslarning tuzilishi va kullanish soxalari
12	Sanoatda kullaniladigan nasos kurilmalariga misollar, gidravlik uzatmalar, gidrouzatmalarning xisoblash prinsiplari xakida
13	Gidravlik dvigatellar, gidrotrubinalarning ishlash prinsipi, bosimning kiymati, gidrotrubinalarning umumiy tuzilishi va ishlashi, kavitatsiya xodisasi va unga karshi kurashish usullari
14	Gidrotransformatorlarda energiyaning yukotilishi uxshashlik formulalari va ularning kullanilishi. Gidrotransformatorlarning dvigatellari bilan birgalikda ishlashi.
15	Buralma va rotorli gidrodvигatellar, plastinkali, shesterniyali va vintli gidrodvигatellar xamda ularni boshkarish Burovchi moment va valdagi kuvvatni xisoblash.
16	Diffuzorlar, kuvurlarning torayishi va tirsaklar xakida tushunchalar. Reynoldsning kichik kiymatlarida maxalliy karshilik koefitsienti
17	Gidrodvигatellarning klassifikatsiyasi va ishlash prinsipi. Asosiy parametrlari: nasosning surishi (sarfi), xosil kiladigan bosimi, kuvvati va foydali ish koefitsienti
18	Klapanlar, ishlash prinsipi, tuzilishi va xarakteristiklari. Drossel kurilmalarining vazifasi, ishlash prinsipi va xarakteristikasi
19	Kompleks gidrotransformatorlar. Xajmiy

	gidrouzatmalar tugrisida asosiy tushuncha. Gidrouzatmalarning vazifalari, ishlash prinsipi,, guruxlanishi, kullanish soxalari, afzallik va kamchiliklari, xarakteristikolari va F.I.K
20	Kuvur uzunligi buyicha bosimning pasayishi (Puazeyl formulasi). Tekis va xalkasimon tirkishlarda suyuqlikning laminar xarakati . Laminar okimning maxsus turlari

BAHOLASH MEZONI

Talabalarning o‘zlashtirgan bilim, ko‘nikma va malakalari reyting tizimida asosida baholanib boriladi. Bunda joriy baholash uchun 60 ball, oraliq baholash uchun 25 ball va yakuniy baholash uchun 15 ball ajratilganligi ko‘rsatib o‘tilgan. YAkuniy nazorat uchun tayyorlangan yozma ish savollari beshta topshiriqni o‘z tarkibiga oladi.

«Gidravlika» fani 5140900 – Kasb ta’limi – “Mashinasozlik texnologiyasi, mashinasozlik ishlab chiqarishi jihozlari va ularni avtomatlashtirish” yo‘nalishidagi talabalarga 7 - mavsumda o‘tiladi . O‘quv mavsumi davomida kurs ishini bajarib boradilar va kafedra o‘qituvchi – professorlari ishtirokida himoya qilishadi. Quyidagi jadvalda fan bo‘yicha baholash mezonlarining tartibi keltirildi.

1-

jadval.

	Ish mazmuni	Ballarni taqsimlash			Jami ball
		OB ball	JB ball	YAB ball	
.	Oraliq nazorat ishi	25			25
.	Dars jarayoniga qatnashish va tajriba ishlarini bajarish.		40		40
.	Mustaqil ishlarni bajarish.		20		20
.	YOzma ish bajarish (yakuniy nazorat yozish)			15	15
.					
.					

«Gidravlika» fanidan yakuniy nazorat ishini bajarish uchun baholash tartibi.

2

-

jadval.

Ish mazmuni	Ballarni taqsimlash
<i>YOzma ish topshiriqlari:</i>	
1-topshiriq	3
2-topshiriq	3
3-topshiriq	3
4-topshiriq	3
5-topshiriq	3
Jami	15

«Gidravlika» fanidan oraliq baholash ishini bajarish uchun baholash tartibi.

3

-

jadval.

Ish mazmuni	Ballarni taqsimlash
<i>Birinchi oraliq nazorat:</i> birinchi savol.	3

ikkinchi savol.	3
uchinchi savol.	4
<i>Ikkinchi oraliq nazorat.</i>	
birinchi savol.	5
ikkinchi savol.	5
uchinchi savol..	5
Jami	25

«Gidravlika» fanidan joriy baholash ishini bajarish uchun baholash tartibi.

4 - jadval.

Ish mazmuni	Ballarni taqsimlash
<i>Tajriba ishlari nazorati:</i>	
1-tajriba ishi.	5
2-tajriba ishi.	5
3-tajriba ishi.	6
4-tajriba ishi.	6
5-tajriba ishi.	6
6-tajriba ishi.	6
7-tajriba ishi.	6
<i>Mustaqil ish nazorati.</i>	
Referat yozish.	12
Ko'rgazma tayyorlash.	8
Jami	60

«Gidravlika» fanidan mustaqil ishlarni bajarish uchun baholash tartibi.

5-jadval

Mustaqil ish mazmuni	1-JB mustaqil ish	2-JB mustaqil ish	3-JB mustaqil ish
Referat yozish.		6 ball	6 ball
Ko'rgazma tayyorlash	8 ball		

86% dan 100% gacha ball qo'yiladi:

1. Savollarga javob to'g'ri batafsil yoritilgan, adabiyotlar tahlili va masalaga bog'liqligi hamda uni izohlash darajasi aniq yozilgan va bayon qilingan bo'lsa.
2. Javoblarni yozganda fikrni ifodalash mantiqiy izchil bo'lib, xulosalar aniq isbotlangan bo'lsa.
3. Javoblar aniq, tushunarli, ilmiy-amaliy yo'nalishda yoritilib, 1-2 da qo'pol bo'lmagan xato bo'lib, mazmuni ifodalashga xalaqit bermasa yoki xatolar talaba tomonidan to'g'ri topilib yozilgan bo'lsa.

71% dan 85% gacha ball quyidagi ishga qo'yiladi.

1. Savollarga javob to'liq o'quv dastur asosida, fikrlar erkin, mustaqil bayon qilinsa, mulohazalarni izchil bayon qilish va isbotlab berish ko'rinib turgan bo'lsa.
2. Javoblar izchil tahlil va sintez asosida yozilgan bo'lib qo'pol xatolarga yo'l qo'yilgan bo'lsa-yu va ular o'qituvchi bilan birgalikda to'g'rilangan bo'lsa.

55% dan 71% gacha ball quyidagi ishga qo'yiladi.

1. Savollarga javob to'liq emas lekin o'quv dastur asosida yozilgan bo'lsa.
2. Savolga javob yozishga bazi bir noaniqlarga yo'l qo'yilgan bo'lib, fikrni bayon qilish buzilgan bo'lsa-yu o'qituvchi yordamida to'g'rilab yozilgan bo'lsa.
3. Topshiriqda ko'rsatilgan savollardan biri chala yoki umuman echimini topmay, mazmun to'la ochilmay qolgan bo'lsa.

55% dan past ball quyidagi ishga qo'yiladi.

1. Savollardagi javoblar to'liq sistemaga keltirilmagan bo'lib mantiqiy bog'liqlik joyi bo'lmasa.
2. Topshiriqdagi savollarga talaba to'g'ri javob yoza olmaganda va berilgan savollarning manosi to'g'ri tushunmagan bo'lsa.
3. Nazariy olgan bilimlarini amaliy faoliyatida qo'llab bilmaganda.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati

Asosiy adabiyotlar

1. K.SH.Latipov. Gidravlika, gidromashinalar va gidropnevmoymuritgichlar. T. 1994
2. K.SH.Latipov. Gidravlika va gidropnevmoymuritmalar. T. 1992
3. A.YU.Umarov. Gidravlika “O‘zbekiston” T. 2002.
4. D.R.Bozorov, R.M.Karimov. Gidravlika asoslari. T. 2004
5. A.D.Girgidov. Mexanika jidkosti i gaza (Gidravlika). Sankt-Peterburg. Izdatel'stvo SPbGPU. 2004.
6. E.Z.Rabinovich. Gidravlika M. “Nedra”. 1980
7. V.S.Dulin, A.N.Zarya. Gidravlika i gidroprivod. M. “Nedra” 1991.
8. V.A.Bol'shakov, Gidravlika M. “Visshaya shkola”, 1985.
9. A.V.Andreevskaya. Gidravlika. M. “Energiya” 1980.
10. O.I.Umarov. Gidromexanika mnogofaznix smesiy v Quvurx. Tashkent 2004.

Qo'shimcha

- 1.Mirziyoyev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag‘ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo‘shma majlisidagi nutqi. –T.: “O‘zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.
- 2.Mirziyoyev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag‘ishlangan tantanali marosimdagi ma’ruza 2016 yil 7 dekabr. – T.: “O‘zbekiston” NMIU, 2016. – 48 b.
- 3.Mirziyoyev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 488 b.
- 4.V.A.Kudinov. Gidravlika M: Visshie shkola 2006.
- 5.P.X.Ubaydullaev, B.P.Ubaydullaev. Amaliy suyuqlik mexanikasi (Gidravlika) o‘quv qo‘llanma.
- 6.A.A.Xamidov, SH.R.Isanov. Gidravlika (o‘quv qo‘llanma) Toshkent 2003.
- 7.A.A.SHokirov, A.A.Xamidov, SH.R.Isanov. Gidromexanikadan laboratoriya amaliyotlari (o‘quv qo‘llanma) Toshkent 2004.

Elektron resurslar

1. WWW. Mehanika.ru
2. WWW.machina.gir
3. [www. Ziyo. Net](http://www.Ziyo.Net) sayti.

Ilovalar

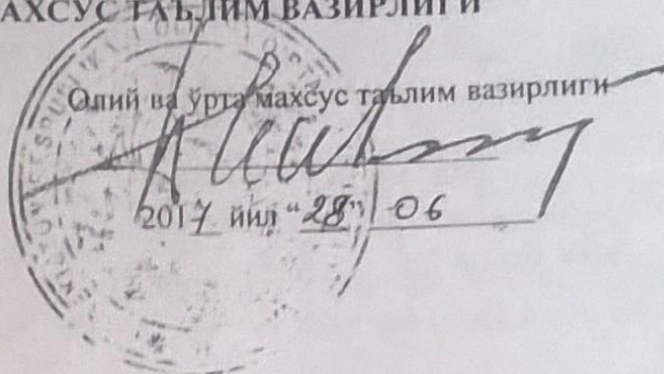
Fan dasturi

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Рўйхатга олинди:

№ БД -5310500-3.08

201 7 йил "28" 06



ГИДРАВЛИКА

ФАН ДАСТУРИ

Билим соҳаси:	100 000-	Гуманитар соҳа;
	300 000-	Ишлаб чиқариш техник соҳа;
	600 000-	Хизматлар.
Таълим соҳаси:	110 000-	Педагогика;
	310 000-	Мухандислик иши;
	320 000-	Ишлаб чиқариш технологияси;
	610 000-	Хизмат кўрсатиш соҳаси;
	630 000-	Ҳаётий фаолияти хавфсизлиги.
Таълим йўналиши:	Кўрсатилган таълим соҳалари таркибидаги ҳамма таълим йўналишлари	

Тошкент – 201 7

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2017 йил "28" 06 даги "434" -сонли буйруғининг 1 -иловаси билан фан дастури рўйхати тасдиқланган.

Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича ўқув-ўқувчи бирлашмалар фаолиятини мувофиқлаштирувчи Кенгашининг 2017 йил "1" 06 даги 3 -сонли баённомаси билан маъқулланган.

Фан дастури Тошкент давлат техника университетида ишлаб чиқилган.

Ўқувчилар:

- А.А. Мукольянц - Тошкент давлат техника университети "Гидравлика ва гидроэнергетика" кафедраси доценти;
- Д.А. Маматкулов - Тошкент давлат техника университети "Гидравлика ва гидроэнергетика" кафедраси катта ўқитувчиси.

Ўқувчилар:

- Э.К. Кан - Тошкент ирригация ва мелиорация институти «Сув энергия ва насос станцияларидан фойдаланиш» кафедраси доценти, техника фанлари номзоди.
- О.Х. Низамов - Тошкент давлат техника университети «Гидравлика ва гидроэнергетика» кафедраси доценти, техника фанлари номзоди.

Фан дастури Тошкент давлат техника университети Кенгашида кўриб чиқилган ва тасдиқ килинган (2017 йил "24" 05 даги 11 -сонли баённома).

1. Фаннинг олий таълимдаги ўрни ҳамда мақсади ва вазифалари

Таълим мақсади давр билан, ижтимоий ҳаёт билан узвий боғлиқ. Ижтимоий ҳаётдаги туб бурилишлар, фаннинг интенсив ривожланиши, таълим модернизацияси, янги дидактик имкониятлар, инсонпарварлаштириш шубҳасиз таълим мақсадини ҳам тубдан ўзгартирди. Таълим мақсадининг тубдан ўзгариши таълим мазмунида ўз ифодасини топади.

«Гидравлика» фани мувозанат ҳолатда ва ҳаракатда бўлган суюқлик қонуниятини ўргатади ва амалий масалаларни ечишда қонуниятларни қўллаш усулларини ишлаб чиқади.

Ҳозирги пайтда умуман техниканинг барча соҳаларида ҳар хил гидравлик қурилишларда гидравлик қонуниятлар қўлланмоқда. Энергетикада, машинасозликда, қончилик ишларида, сув таъминотида ва канализацияда, сув транспортида, авиасозликда ва бошқа соҳаларда асосан гидравлика ишлатилади.

«Гидравлика» фанининг асосий мақсади ва вазифасига, суюқликлар ва газлар қонуниятларини ўргатиш, суюқликларни қувурларда ва очик ўзанларда ҳаракати натижасида юзага келган гидравлик қурсаткичларини, газларнинг қувурлардаги ҳаракати ва қаттиқ жисмларга таъсир қилишда юзага келган аэродинамик қонуниятларни билиш ҳамда суюқлик ва газларни саноат, кишлок хўжалик машина механизмларида қўлланиш масалалари киради.

Фанни ўқитишдан мақсад - талабаларда мантикий, алгоритмик, абстракт фикрлаш, гидравлик таффаққурини шакллантириш ва ривожлантириш, ўзининг фикр-мулоҳаза, ҳулосаларини асосли тарзда аниқ баён этишга ўргатиш ҳамда ҳозирги замон электрон ҳисоблаш машиналари ёрдамида вертуал лабараториядан фойдаланиш бўйича эгалланган билимлар бўйича, кўникма ва малакаларни шакллантиришдир.

Фаннинг вазифаси - талабаларга гидравликанинг назарий ва амалий қонуниятларини эгаллашга ва уни аниқ муҳандислик масалаларини ечишда қўлланиш усулларини ўргатишдан иборат.

2. Асосий назарий қисм

2.1. Маъруза машғулоти.

1-модуль.

1-мавзу. Гидравлика фанининг мазмуни. Суюқликлар ҳақида умумий тушунча. Суюқликларнинг физик хоссалари. Суюқликка таъсир этувчи кучлар.

2-мавзу. Гидростатика. Гидростатик босим ва унинг хоссалари. Гидростатиканинг асосий тенгламаси.

2 – модуль.

3-мавзу. Босим турлари. Босим ўлчов бирликлари. Босим ўлчаш асбоблари. Паскаль қонуни.

4-мавзу. Гидростатик босим кучининг текис сиртга таъсири. Босим кучинг қўйилиш нуктаси.

3 – модуль.

5-мавзу. Гидростатик босим кучининг текис тўғри тўртбурчакли деворга таъсири. Суюкликнинг эгри юзага босими. Гидростатик босимнинг эпюраси. Архимед конуни.

6-мавзу. Гидродинамика. Суюклик ҳаракатининг кинематикаси. Ҳаракат турлари. Оқим чизиги. Элементар оқимча.

4 – модуль.

7-мавзу. Суюклик оқимининг гидравлик элементлари. Суюклик оқимининг узлуксизлик тенгламаси.

8-мавзу. Баркарор ҳаракатдаги идеал суюкликнинг элементар оқим найчаси учун Бернулли тенгламаси. Реал суюкликнинг элементар оқим найчаси учун Бернулли тенгламаси.

5 – модуль.

9-мавзу. Реал суюкликнинг тўлиқ оқими учун Бернулли тенгламаси. Гидравлик қаршиликлар. Реал суюклик оқимининг икки хил ҳаракат тартиби.

10-мавзу. Суюклик оқимининг ламинар ҳаракати пайтида узунлик бўйича йўкотилган напор. Турбулент ҳаракатни ҳисоблаш модели. Маҳаллий қаршиликлар.

6 – модуль.

11-мавзу. Суюкликни тешиқ ва найчалардан оқиб чиқиши.

12-мавзу. Кавитация ходисаси ҳақида тушунча. Қиска ва узун кувирларнинг гидравлик ҳисоби.

7 – модуль.

13-мавзу. Гидромашиналар ҳақида умумий тушунчалар. Насосларнинг асосий параметрлари.

14-мавзу. Марказдан қочма насос тузилиши ва ишлаш принципи. Марказдан қочма насосларнинг иш характеристикаси ва насос қурилмаси.

8 – модуль.

15-мавзу. Марказдан қочма насосларнинг сўришини бошқариш ва уларни кетма-кет ва параллел улаш.

16-мавзу. Ҳажмий гидравлик машиналар. Поршенли ва плунжерли насосларнинг тузилиши ва ишлаш принципи. Ҳисоблаш тенгламаси.

9 – модуль.

17-мавзу. Диафрагмали, тишли гилдиракли, пластинкали (шиберли) насосларнинг тузилиши ва ишлаш принциплари.

18-мавзу. Гидроюритмаларнинг тузилиши ва ишлаш принципи. Таксимлаш текшириш ва созлаш ускуналари (золотникли, жумракли, ёпқичли), ишлаш ва қўлланиш соҳаси.

2.2. Амалий машғулотлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда талабалар асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва кўникмаларини амалий масалалар орқали янада бойитадилар. Шунингдек, дарслик ва ўқув қўлланмалар асосида талабалар билимларини мустаҳкамлашга эришиш, таркатма материалларда фойдаланиш, илмий мақолалар ва тезисларни чоп этиш орқали талабалар билимини ошириш, масалалар ечиш, мавзулар бўйича тақдимотлар ва кўргазмалар қўллаш тайёрлаш, қонун ва меъёрий ҳужжатлардан фойдалана билиш ва бошқалар тавсия этилади.

Амалий машғулотларнинг тахминий рўйхати

1. Суюқлик ва газларнинг асосий физик хоссаларига доир масалалар ечиш.
2. Гидростатиканинг асосий тенгламасига доир масалалар ечиш.
3. Гидростатик босим кучини топишга доир масалалар ечиш.
4. Идеал суюқликлар учун Бернулли тенгламасига доир масалалар ечиш.
5. Реал суюқликлар учун Бернулли тенгламасига доир масалалар ечиш.
6. Суюқликлар ҳаракатининг икки режимида доир масалалар ечиш.
7. Қувурнинг узунлик бўйича босим йўқолишига доир масалалар ечиш.
8. Маҳаллий қаршиликда босим йўқолишига доир масалалар ечиш.
9. Қиска ва узун қувурларга доир масалалар ечиш.

2.3. Лаборатория ишлари бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Лаборатория машғулотларини ташкил этиш бўйича кафедра профессор ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда талабалар асосий маъруза мавзулари бўйича олган илим ва кўникмаларини лаборатория шароитида кўриб ва синш йўли орқали янада бойитадилар.

Лаборатория машғулотларнинг тахминий рўйхати:

1. Бернулли тенгламаси лаборатория шароитида текшириш.
2. Пьезометрик ва тўлиқ босим чизигини тажриба асосида чизиш.
3. Суюқликларда оқим ҳаракат тартибини тажрибада синаш.
4. Гидравлик қаршилик коэффициентини аниқловчи тажриба ускунаси билан танишиш.
5. Гидравлик қаршилик коэффициентини тажриба йўли билан аниқлаш.
6. Маҳаллий қаршиликлар коэффициентини аниқловчи тажриба ускунаси билан танишиш.
7. Маҳаллий қаршиликлар коэффициентини тажриба йўли билан аниқлаш.
8. Марказдан қочирма насосни тажрибада синаш.
9. Шестерняли насосни тажрибада синаш.

2.4. Курс лойиҳаси (иши) бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Гидравлика фанидан курс лойиҳаси (иши) ўқув режада режалаштирилмаган.

2.5 . Мустақил ишлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Талаба мустақил ишининг асосий мақсади – ўқитувчининг раҳбарлиги ва назоратида муайян ўқув ишларини мустақил равишда бажариш учун билим ва кўникмаларни шакллантириш ва ривожлантириш.

Талаба мустақил ишини ташкил этишда қуйидаги шакллардан фойдаланилади:

- айрим назарий мавзуларни ўқув адабиётлари ва Интернет материаллари ёрдамида мустақил ўзлаштириш;
- берилган мавзулар бўйича ахборот (реферат) тайёрлаш;
- назарий билимларни амалиётда қўллаш;
- макет, модел ва намуналар яратиш;
- илмий мақола, анжуманга маъруза тайёрлаш ва ҳ.к..

Амалий ва лаборатория машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор – ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар, масалалар тўплами ишлаб чиқилади. Унда талабаларга асосий маъруза мавзулари бўйича амалий масала ва мисоллар ечиш услуби ва мустақил ечиш учун масалалар келтирилди.

Тавсия этилаётган мустақил таълимнинг мавзулари

1. Архимед қонуни. Жисмларнинг сузиш назарияси.
2. Босим ўлчов асбоблари.
3. Турбулент ҳаракат режимини ифодаловчи математик моделлари.
4. Гидравлик ишқаланиш коэффициентини аниқлашнинг назарий асослари.
5. Кетма-кет ва параллел уланган қувирлар характеристикалари.
6. Суюқликни тешиқ ва найчалардан оқиб чиқишини ифодаловчи назарий тенгламалар.
7. Гидромашиналарнинг геология ва қончилик тармоқларида тутган ўрни.
8. Динамик насосларнинг тавсифлари. Насосларда кавитация жараёнлари.
9. Ҳажмий насосларнинг тавсифлари. Насосларни иқтисодиёт тармоқларидаги аҳамияти.
10. Гидропневмоюритмаларнинг геология ва қончилик тармоқларидаги ўрни.
11. Гидроаккумуляторлар тузилиши ва ишлаш принципи.

3. Ўқув-услубий ва ахборот таъминоти

3.1 Асосий адабиётлар

1. Kay Melvyn. Practical Hydraulics, 2nd edition. CRC Press, ISBN-13: 978-0415351157, United Kingdom, 2008
2. Латипов К.Ш. Гидравлика, гидромашинлар ва гидропневмо-юритгичлар. - Т.: 1992.
3. Мукольянц А.А. Гидравлика. ООО "VNESHINVESTPROM". - Т.: 2014.
4. Умаров А.Ю. Гидравлика. «Ўзбекистон». - Т.: 2002.
5. Бозоров Д.Р., Каримов Р.М. Гидравлика. - Т.: 2004.
6. Арифжанов А.Р. Гидравлика. - Т.: 2005.
7. Гидравлика: Учебно-методическая пособие. Часть 1, /Мукольянц А.А., Каримов А.А., Маматкулов И.А. и др. - Т.: ТашГТУ, 2015.
8. Gidropnevmo-yuritmalar: O'quv qo'llanma/ Yunusov B.X. - Т.: "Vorishashiriyot", 2007.
9. Мухаммадиев М.М. ва бошқ. Гидравлика асослари ва ювувчи суюқликлар. - Т.: 2013.
10. Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (Гидравлика). Санкт-Петербург. Издательство СПбГПУ.: 2004.

3.2 Қўшимча адабиётлар

1. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президентининг лавозимига киришиш таътанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқи. -Т.: "Ўзбекистон" НМИУ, 2016. - 56 б.
2. Мирзиёев Ш.М. Кунун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш - юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганнинг 24 йиллигига бағишланган таътанали маросимдаги маъруза 2016 йил 7 декабрь. - Т.: "Ўзбекистон" НМИУ, 2016. - 48 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамыз. - Т.: "Ўзбекистон" НМИУ, 2017. - 488 б.
4. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида. - Т.: 2017 йил 7 февраль, ПФ-4947-сонли Фармони.
5. Шокиров А.А., Каримов А.А., Мукольянц А.А., Палуанов Д.Т. Гидравлика (методик кўрсатма). - Т.: ТошДТУ, 2013.
6. Каримов А.А., Мукольянц А.А., Гидравлика. Услубий кўрсатма. - Т.: ТошДТУ, 2002.
7. Кудинов В.А. Гидравлика. - М: Высшие школа, 2006.
8. Убайдуллаев П.Х., Убайдуллаев Б.П. Амалий суюқлик механикаси Ўқув қўлланма. - Т.: ТошДТУ, 2003.
9. Хамидов А.А., Исанов Ш.Р. Гидравлика (ўқув қўлланма). - Т.: ТошДТУ, 2003.
10. Шокиров А.А., Хамидов А.А., Исанов Ш.Р. Гидромеханикадан лаборатория амалиётлари (ўқув қўлланма). - Т.: ТошДТУ, 2004.

3.3 Электрон ресурслар

1. www.gov.uz – Ўзбекистон Республикаси ҳукумат портали.
2. www.lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
3. <http://www.ziyo.net.uz>
4. <http://www/gudraulic.ru>.
5. <http://www/multipumps.ru>.
6. <http://www/fllpumps.ru>

Ishchi fan dasturi

O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O`RTA MAXSUS TA`LIM VAZIRLIGI

BUXORO MUHANDISLIK – TEXNOLOGIYA INSTITUTI

Ro'yxatga olindi
№ _____
2017 y. " ____ " _____

"TASDIQLAYMAN"
O'quv ishlari bo'yicha prorektor
_____ prof.Q.T.Olimov.
" ____ " _____ 2017 yil

GIDRAVLIKA

fanining
ishchi o'quv dasturi

Bilim sohasi:	300000	Ishlab chiqarish texnik soha
	100000	Gumanitar soha
Talim sohasi:	320000	Ishlab chiqarishlar texnologiyasi
	110000	Pedagogika
Talim yo'nalishi:	5310700	Elektrtexnikasi, elektrmexanikasi va elektrotexnologiyalar (tarmoqlar bo'yicha)
		5511000-Kasb ta'limi (5310700-Elektrtexnikasi, elektrmexanikasi va elektrotexnologiyalar)

Ta'lim yo'nalishi (mutaxassislik) kodi va nomi	Talabanning o'quv yuklamasi soati							Semestrlar soati	
	Umumiy yuklama xajmi	Auditoriya mashg'ulotlari						Mustaqil ish	4
		Jami	Ma`ruza	Amaliy mashg'ulot	Labaratoriya	Semenar	Kurs ishi (Loyihasi)		
5310700-Elektrtexnikasi, elektrmexanikasi va elektrotexnologiyalar (tarmoqlar bo'yicha)	108	54	36	18	18			36	108
5511000-Kasb ta'limi (5310700-Elektrtexnikasi, elektrmexanikasi va elektrotexnologiyalar)	108	54	36	18	18			36	108

Buxoro- 2017

Ishchi o'quv dastur O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligida № _____ raqam bilan ro'yxatga olingan va 2017 yil "___" _____ da _____ - sonli buyruq bilan tasdiqlangan namunaviy fan dasturi asosida tuzilgan.

Tuzuvchilar: "Mashinasozlik texnologiyasi" kafedrası dotsenti Z.F. Djumaev, assistentlar N.O. Qalandarov, Z.B.Oripov, R.S. Odinayev

Ishchi o'quv dastur :Mashinasozlik texnologiyasi" kafedrası majlisida (2017 yil 25-avgustdagi 1 - son bayonnoma) muhokama etildi va fakultetning o'quv-uslubiy kengashiga tavsiya etildi.

Kafedra mudiri _____ dots. N.F. O'rinov

Dastur "Muhandislik-qurilish" fakultetining o'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqildi (2017 yil 29-avgustdagi _1_ - son bayonnoma) va institutining O'quv-uslubiy kengashiga tasdiqlashga topshirildi.

Kengash raisi: _____ Murodov. SH.M

Ishchi o'quv dastur institutning o'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqildi va tasdiqlandi (2017 yil ___ iyun ___-son majlis bayonnomasi).

O'quv uslubiy boshqarma boshlig'i: dots. SH.M.Xodjiyev

1.Fanning oliy ta'limdagi o'rni hamda maqsadi va vazifalari

«Gidravlika» fani "Elektrotexnika, elektrmexanikasi va elektrotexnologiyalar" yo'nalishida ta'lim olayotgan talabalarga har xil detallarini loyihalash, tomchisimon suyuqliklarning siqilmaydigan muvozanat holati va harakat qonunlari o'rganiladi; gazomexanika qismida – gaz holatidagi suyuqliklarning asosiy qonunlari o'rganiladi; gidromashinalar qismida gidravlik mashinalar tuzilishi, ishlashi, gidropnevmomashinalarning tuzilishi chizmalari va ularda qatnashuvchi elementlarning tuzilishi, ishlashi va asosiy qonunlari o'rganiladi.

№	Mavzu nomi	O'qitish shakllari bo'yicha ajratilgan soat					
		Umumiy Yuklama	Auditoriya mashg'ulotlari (soatda)				
			Jami	Ma'ruza	Amaliyot (seminar) mashg'ulot	Laborato-riya ishi	Kurs ishi (loyihasi)
1	Gidrostatika. Suyuqliklarning fizikaviy xossalari va asosiy kattaliklari. Gidrostatikaning asosiy tenglamasi. Nuqtadagi bosim teoremasi. Suyuqliklarning muvozanat holatining differensial tenglamasi (Eylar tenglamasi). Suyuqliklarning og'irlik markazi maydonidagi muvozanati. Og'ir gazlar muvozanati. Yupqa devorga ta'sir etuvchi bosim kuchi. Egri devorga ta'sir etuvchi suyuqlik bosim kuchi. Arximed qonuni. Suyuqliklarning nisbiy tinch holati.	6	4	6	4		4
2	Gidrodinamika. Gidrodinamikaning asosiy tenglamasi. Suyuqlik knematikasining asosiy tushunchasi. Suyuqlik bosimini o'rganish uslubi. Harakatlanayotgan suyuqlik hajmidagi zarrachalar tizimining integral xarakteristikasi. Harakatlanayotgan suyuqlik hajmi uchun keltirilgan integraldan vaqt bo'yicha olingan to'liq hosilasini hisoblash. Tekshirish yuzasi to'g'risida tushuncha. Uzluksiz tenglamasi. Eylar tenglamasi shaklidagi qovushqoq bo'lmagan suyuqliklar uchun harakat differensial tenglamasi.	8	6	2	4	4	6
3	Bernulli tenglamasi. Qovushqoq siqilmaydigan suyuqliklarning oqimchasi uchun kinetik energiyaning o'zgarish qonuni. Bernulli tenglamasining fizik ma'nosi. Bernulli tenglamasining grafik ko'rinishdagi tasviri. Suyuqlik oqimining asosiy xarakteristikasi. To'liq oqim uchun Bernulli tenglamasi. Bernulli tenglamasi va to'liq energiya tushunchasini amaliy masalalarga tadbiqi.	8	6	4	2	4	4
4	Suyuqliklarda energiyaning yo'qotilishi. Suyuqlikning harakati vaqtidagi energiyaning yo'qotilishi. Energiya yo'qotilishining ikki turi. Ishqalanishda yo'qotilgan energiyaning aniqlash. Darsi-Veysbax tenglamasi. Reynol'ds tajribasi. Suyuqlikning laminar va turbulent harakat tartibi. Suyuqliklarning joydagi, o'rtacha va tebranuvchi tezliklari. Turbulent harakat tartibining tuzilishi. Turbulent harakat	10	8	4	2	4	4

	tartibining tuzilishi. Turbulent harakat tartibi vaqtidagi napor bosimining yo'qotilishi. Nikuradze tajribasi va grafigi. Suyuqlikning turbulent harakati vaqtidagi, gidravlik qarshilik koefitsientini hisoblash tenglamalari. Mahalliy qarshiliklar. Mahalliy qarshiliklarda energiya yo'qotilishini vujudga kelish sabablari. Oqimning keskin kengayishi.							
5	Quvurlarni gidravlik hisoblash. Oddiy quvurlarni hisoblash. Gidravlik hisoblashning uch sxemasi. Murakkab quvurlarni gidravlik hisoblash. Vakuum ostida ishlayotgan quvurlarni hisoblash. Ko'ndalang kesimi har xil shakldagi quvurlarni hisoblash. Ko'ndalang kesimi har xil shakldagi quvurlarni hisoblash. Quvurdagi suyuqlikning beqaror harakati. Siqilmaydigan quvurlarni beqaror harakati. Quvurlardagi gidravlik zarba.	4	2	4	2			4
6	Suyuqliklarni kichik teshikdan va quvurchalardan oqib o'tishi. Siqilmaydigan suyuqliklarni yupqa devordagi kichik teshikdan oqib chiqishi. Suyuqlikni o'zgaruvchan sathi vaqtida oqib chiqishi. Idishning bo'shash vaqti.	8	6	4		2		4
7	Gidromashinalar bo'limi. Hidromashinalar haqida umumiy tushunchalar. Nasoslarning asosiy parametrlari. Bir bosqichli markazdan qochma nasos tuzilishi va ishlash prinsipi. Markazdan qochma nasoslarning ish xarakteristikasi va nasos kurilmasi. Markazdan qochma nasoslarning surishini boshqarish va ularni ketma-ket va parallel ulash. Hajmiy gidravlik mashinalar. Porshenli va plunjerli nasoslarning tuzilishi va ishlash prinsipi. Hisoblash tenglamasi. Diafragmali nasoslarning tuzilishi va ishlash prinsipi. Tishli g'ildirakli nasoslarning va gidrodvigatellarning tuzilishi va ishlash prinsipi. Plastinkali (shiberli) nasoslarning va gidrodvigatellarning tuzilishi va ishlash prinsipi. Hajmiy gidromashinalar uchun ishchi suyuqliklar va ularning asosiy hossalari. Suyuqliklarni tozalash (filterlash)ning asosiy turlari.	24	18	6	2	4		6
8	Taqsimlash, tekshirish va sozlash uskunalari. Taqsimlash, tekshirish va sozlash uskunalari. Quvurlar. Taqsimlash qurilmalari, ularning asosiy turlari (zolotnikli, jo'mrakli, yopqichli), ishlash va qo'llanish sohasi. Yopqichlar, ularning tuzilishi va ishlash prinsiplari. Drossellar. Ularning tuzilishi va ishlash prinsiplari. Drosselli sarfni sozlagichlar. Gidroakumulyatorlar. Ularning tuzilishi va ishlash prinsipi. Saqlash va o'tkazib yuborish yopqichlari. Testkari va kuch osti yopqichlari. Testkari va kuch osti yopqichlari. Kuch osti zolotniklari. Reduksion yopqichlar. Gidro-yuritgichlarni ishlatish va ularni rivojlan-tirish masalalari. Gidro-yuritgichlarni ishlatish. Texnika xavfsizligi. Gidro-yuritgichlarning mashinasozlik, neft va gaz sanoatida rivojlanish kelajagi va muammolari.	6	4	6	2			4
	– IV- Semestr jami	108	72	36	18	18		36

2.1. Маъруза машғулоти.(4-mavsum)

1. Gidravlikaning o'rganish sohasi va tarixi. Suyuliklar haqida tushuncha.
2. Gidrostatika.
3. Gidrostatikaning qonunlari va uning texnikaga tadbiqu.

- 4.Suyuqliklar kinematikasining asosiy tushunchasi.
- 5.Real suyuqliklar harakati va qonunlari. Bernulli tenglamasi.
- 6.Suyuqlik harakatining tartiblari va gidrodinamik o'xshashlik asoslari.
- 7.Suyuqlik harakatida energiyaning yo'qotilishi.
- 8.Suyuqliklarni teshikdan, maxsus qurilmadan oqib chiqishi.
- 9.Quvurlarni gidravlik hisoblash.
- 10.Oqimning devorlar bilan o'zaro ta'sirlashuvi.
- 11.Gidromashinalar haqida umumiy tushunchalar.
- 12.Markazdan qochma nasoslarning ish xarakteristikasi va nasos qurilmasi.
- 13.Hajmiy gidravlik mashinalar to'g'risida umumiy tushunchalar.
- 14.Porshenli va plunjerli nasoslar.
- 15.Rotorli nasoslar.
- 16.Gidrodvigatellarning tuzilishi va ishlar prinsipi.
- 17.Taqsimlash, tekshirish va sozlash uskunalari.
- 18.Drossel qurilmalar.

1-modul.

- 1-mavzu. "Gidravlika" faniga kirish. Kirish. Gidravlikaning o'rganish sohasi va tarixi. Suyuqliklar haqida tushuncha (2 soat).
- 2-mavzu. Fanning predmeti va uslublari. Hidrostatika. (2 soat).
- 3-mavzu. Hidrostatikaning qonunlari va uning texnikaga tadbiqu (2 soat).
- 4- mavzu. Suyuqliklar kinematikasining asosiy tushunchasi (2 soat).
- 5- mavzu. Real suyuqliklar harakati va qonunlari. Bernulli tenglamasi (2 soat).
- 6- mavzu. Suyuqlik harakatining tartiblari va gidrodinamik o'xshashlik asoslari (2 soat).

2-modul

- 7-mavzu. Suyuqlik harakatida energiyaning yo'qotilishi (2 soat).
- 8-mavzu. Suyuqliklarni teshikdan, maxsus qurilmadan oqib chiqishi (2 soat).
- 9-mavzu. Quvurlarni gidravlik hisoblash (2 soat).
- 10-mavzu. Oqimning devorlar bilan o'zaro ta'sirlashuvi (2 soat).
- 11-mavzu. .Gidromashinalar haqida umumiy tushunchalar (2 soat).
- 12-mavzu. Markazdan qochma nasoslarning ish xarakteristikasi va nasos qurilmasi (2 soat).

3-modul

- 13-mavzu. Hajmiy gidravlik mashinalar to'g'risida umumiy tushunchalar (2 soat).
- 14-mavzu. Porshenli va plunjerli nasoslar (2 soat).
- 15-mavzu. Rotorli nasoslar (2 soat).
- 16-mavzu. .Gidrodvigatellarning tuzilishi va ishlar prinsipi (2 soat).
- 17-mavzu. Taqsimlash, tekshirish va sozlash uskunalari (2 soat)
- 18-mavzu. Drossel qurilmalar (2 soat).

2.2. Amaliy mashg`ulotlar namunaviy dasturda rejalashtirilmagan.

1. Hidrostatik bosim. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi (**4 soat**).
2. Ixtiyoriy shaklga ta'sir etayotgan girostatik bosim kuchi (**2 soat**).
3. Suyuqliklar dinamikasi. Arximed qonuni (**4 soat**).
4. Uzilmaslik (Barqaror harakat) tenglamasi (**2 soat**).
5. Suyuqlikning harakat rejimlari (**2 soat**)
6. Giravlik qarshiliklar (**2 soat**).
7. Suyuqliklarning teshik va naychalardan oqib chiqishi (**2 soat**).

2.3. Laboratoriya ishlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar. (4- mavsum)

1. Suyuqlikning mexanika sohasida tajriba o'tkazish uchun mo'ljallangan asos modul (**2 soat**).
2. Bosimni o'lchash usullari (**2 soat**).
3. Hidrostatik bosimni o'lchash (**2 soat**).
4. Bernulli teoremasini o'rganish (**2 soat**).
5. Quvur tizimini o'rganish. Mahalliy qarshiliklar. (**2 soat**).
6. Osborn-Reynolds hodisasini ko'rsatgichini o'rganish (**2 soat**).
7. Oqimni o'lchash usullari (**2 soat**).
8. Ochiq kanalda oqimni o'rganish (**2 soat**).
9. Gidravlik zarb yordamida bosim bilan haydaydigan gidravlik taran(suvni yuqoriga ko'tarib beradigan qurilma)(**2 soat**).

2.4. Kurs loyihasi (ishi) bo'yicha namunaviy dasturda rejalashtirilmagan.

2.5 . Mustaqil ishlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar.

1. Suyuqliklarning fizikaviy xossalari va asosiy kattaliklari.
2. Suyuqliklarning muvozanat holatining differensial tenglamasi (Eyler tenglamasi).
3. Suyuqliklarning og'irlik markazi maydonidagi muvozanati.
4. Yupqa devorga ta'sir etuvchi bosim kuchi
5. Suyuqlik knematikasining asosiy tushunchasi.
6. Suyuqlik bosimini o'rganish uslubi.
7. Harakatlanayotgan suyuqlik hajmidagi zarrachalar tizimining integral xarakteristikasi.
8. Qovushqoq siqilmaydigan suyuqliklarning oqimchasi uchun kinetik energiyaning o'zgarish qonuni.
9. Bernulli tenglamasining fizik ma'nosi.
10. Bernulli tenglamasining grafik ko'rinishdagi tasviri.
11. Suyuqlikning turbulent harakat tartibi.

12. Suyuqliklarning joydagi, o'rtacha va tebranuvchi tezliklari.
13. Turbulent harakat tartibining tuzilishi.
14. Turbulent harakat tartibi vaqtidagi napor bosimining yo'qotilishi.
15. Siqilmaydigan suyuqliklarni yupqa devordagi kichik teshikdan oqib chiqishi.
16. Suyuqlikning kichik quvurchadan oqib chiqishi.
17. Taqsimlash, tekshirish va sozlash uskunalari. Quvurlar.
18. Taqsimlash qurilmalari, ularning asosiy turlari (zolotnikli, jo'mrakli, yopqichli), ishlash va qo'llanish sohasi.

3. O'quv-uslubiy va axborot ta'minoti

3.1 Asosiy adabiyotlar

1. K.SH.Latipov. Gidravlika, gidromashinalar va gidropnevmoymoyuritgichlar. T. 1994
2. K.SH.Latipov. Gidravlika va gidropnevmoymoyuritmalar. T. 1992
3. A.YU.Umarov. Gidravlika "O'zbekiston" T. 2002.
11. D.R.Bozorov, R.M.Karimov. Gidravlika asoslari. T. 2004
12. A.D.Girgidov. Mexanika jidkosti i gaza (Gidravlika). Sankt-Peterburg. Izdatel'stvo SPbGPU. 2004.
13. E.Z.Rabinovich. Gidravlika M. "Nedra". 1980
14. V.S.Dulin, A.N.Zarya. Gidravlika i gidroprivod. M. "Nedra" 1991.
15. V.A.Bol'shakov, Gidravlika M. "Visshaya shkola", 1985.
16. A.V.Andreevskaya. Gidravlika. M. "Energiya" 1980.
17. O.I.Umarov. Gidromexanika mnogofaznix smesiy v Quvurx. Tashkent 2004.

3.2.Qo'shimcha

- 1.Mirziyoyev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –T.: "O'zbekiston" NMIU, 2016. – 56 b.
- 2.Mirziyoyev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza 2016 yil 7 dekabr. – T.: "O'zbekiston" NMIU, 2016. – 48 b.
- 3.Mirziyoyev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 488 b.
- 4.V.A.Kudinov. Gidravlika M: Visshie shkola 2006.
- 5.P.X.Ubaydullaev, B.P.Ubaydullaev. Amaliy suyuqlik mexanikasi (Gidravlika) o'quv qo'llanma.
- 6.A.A.Xamidov, SH.R.Isanov. Gidravlika (o'quv qo'llanma) Toshkent 2003.

7.A.A.SHokirov, A.A.Xamidov, SH.R.Isanov. Gidromexanikadan laboratoriya amaliyotlari (o'quv qo'llanma) Toshkent 2004.

8.O.X. Ataullov, B.R. Toshov, X. Naxangov Gidravlika va Gidromashinalar fanidan tajriba ishlarini bajarishga doir uslubiy qo'llanma.

3.3 Elektron resurslar

1. WWW. Mehanika.ru
2. WWW.machina.gir
3. [www. Ziyo. Net](http://www.Ziyo.Net) sayti.

