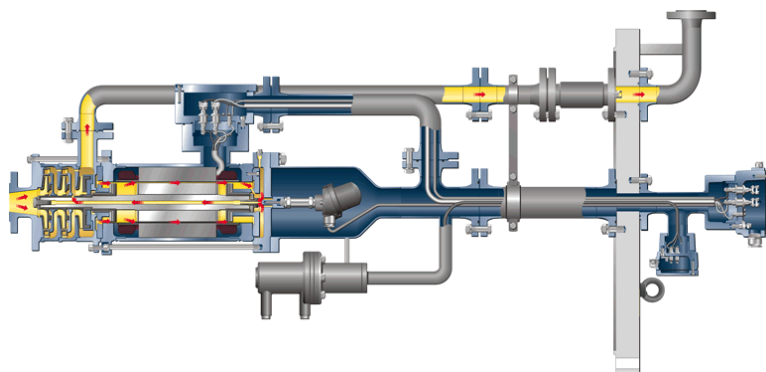


**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIM VAZIRLIGI**

**I. KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI**

**A.A. KARIMOV., D.M. PULATOVA., N.R. UMIROVA.,
S.SH.MAXMUDOV, S.Q.SHOG‘UCHQOROV**



GIDROGAZODINAMIKA
fanidan laboratoriya ishlarini bajarishga
USLUBIY KO‘RSATMA



Toshkent 2018

Tuzuvchilar: A.A.Karimov., N.R.Umirova., D.M.Pulatova., S. Shog'uchqorov., S.SH.Maxmudov

“Gidrogazdinamika” fanidan laboratoriya ishlarini bajarishga uslubiy ko'rsatma. Toshkent davlat texnika universiteti. A.A. Karimov., N.R.Umirova., D.M.Pulatova., S.Q.SHog'uchqorov., S.SH.Maxmudov. Toshkent 2018. ___- bet.

Uslubiy ko'rsatma, o'quv rejasidagi “Gidrogazdinamika” fani bo'yicha ToshDTU ning «Energetika» hamda boshqa ixtisosliklar bo'yicha kunduzgi bo'limlari bakalavrlariga mo'ljallangan.

Bu ko'rsatmada “Gidrogazdinamika” fani bo'yicha asosiy qonunlar va shu qonunlarni amaliy qo'llanishi bo'yicha tajribalar o'tkazilishda, eng zarur tajribaviy ma'lumotlar hamda uni tajribada sinash batafsil yoritilgan.

“Alternativ energiya manbalari” kafedrası

Toshkent davlat texnika universiteti Ilmiy uslubiy kengashining qaroriga binoan nashr qilindi.

Taqrizchilar: Toshkent irrigatsiya va miniaratsia instituti qoshidagi irrigatsiya va suv muammolari ilmiy ilmiy tatqiqot instituti texnika fanlar doktori professor etkachi ilmiy xodim. **t.f.d.professor Xudoyqulov S. I.**

Toshkent Davlat texnika universitetining. “Alternativ energiya manbalari” kafedrası t.f.d. dotsent. Yuldoshev I.A.

Kelajakda O'zbekiston yuksak darajada taraqqiy etgan iqtisodiy bilangina emas, balki bilimdon, ma'naviy jihatdan yetuk farzandlari bilan ham jahonni qoyil qilishi lozim.

I. Karimov

KIRISH

O'zbekiston Respublikasi mustaqillikka erishgandan keyin ishlab chiqarishning barcha sohalarida shu jumladan metallurgiya va tog'-kon sanoatida ham sezilarli darajada o'zgarishlar ro'y beradi. Olmaliq, Bekobod, Navoiy va bir qancha metallurgiya Angren issiqlik energetika, mashinasozlik kombinatlarida modernizatsiya ishlari olib borildi va yangi texnologiyalar tadqiq etildi. Bularning natijasida ishlab chiqarish samaradorligi keskin oshdi.

Zamonaviy tog'-kon mashinalarida va metallurgiyada ishlatiladigan mehanizmlarda gidravlik qurilmalar tizimlari va gidravlik yuritmalar, nasoslar, ventilatorlar, kompressorlar keng qo'llaniladi.

Ushbu mehanizmlarda suyuqlik va havoning qo'llanilishi quyidagi afzalliklarni keltirib chiqadi: rostlashning soddaligi va aniqligi, ortiqcha zo'riqishlardan himoyalanganligi, yuqori ishonchlilik, arzonliklari va boshqalar.

Gidrogazodinamika fanidan tajriba ishlari o'tkazish bo'yicha, tajriba qurilmalarining sxemalari, hisoblash ishlarining jadvallari, grafiklari berilgan.

Gidrogazodinamikada tajriba utqazishda suyuqliklarda kuchlarning tarqalish va bu kuchlarning harakat davomida o'zgarib borish qonunlarini har xil qurilmalar va mashinalarni hisoblash hamda loyihalashga tatbiq etish usullari ko'rsatilgan. Bu fan ikki bo'limga bo'lib o'tiladi, ular gidrogazodinamika va gidromashina bo'limlaridir.

Gidrogazodinamika energetikasida, gidroenergetika, mashinasozlikda, tog'-kon transporti, metallurgiya, suv ta'minoti va kanalizatsiya, neft mexanikasi kabi bir qancha mutaxassis fanlarga asos bo'ladi.

Gidravlika, nasoslar va gidrouzatmalarning umumiy masalalari hozirgi zamon fan va texnikasining har xil sohalarida e'tiborga olinadi. Bularga: gidrotexnik va gidroenergetik inshootlar qurilishi, neft quvurlari, suv bilan ta'minlash tarmoqlari, sug'orish, metall

qirquvchi stanoklarning loyihalari, avtomatlashgan liniyalar, robotlar, qurilish va yo‘l mashinalarini, traktorlarni, kombaynlarni, qishloq xo‘jalik mashinalarini, tog‘-kon mashinalari, gidropnevmo-mashinalar va boshqalarni yaratish va ishlatishlar kiradi.

“Gidrogazdinamika” Bernulli tenglamasi yordamida quvurning bir necha kesimda suyuqlik oqimidagi solishtirma energiya yo‘qotilishini aniqlash va Bernulli tenglamasining grafik shaklida tasvirlash, suyuqlik harakat tartibini o‘rganish, quvur uzunligi bo‘yicha gidravlik ishqalanish koeffitsientini tajriba yo‘li bilan aniqlash, quvurdagi mahalliy qarshilik koeffitsientini va venturi sarf o‘lchagichning doimiysini tajriba yo‘li bilan aniqlash.

Gidromashinalar qismida nasoslar, markazdan qochma nasoslar, porshenli, tishli, uyurmali nasoslarning tajriba ishlarining bajarilishi va ularning hisobotini soddalashtirish uchun hisobot namunasi keltirilgan.

1 – LABORATORIYA ISHI

KAPILLAR VISKOZIMETR YORDAMIDA SUYUQLIKNINIG DINAMIK QOVUSHQOQLIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Ishdan maqsad

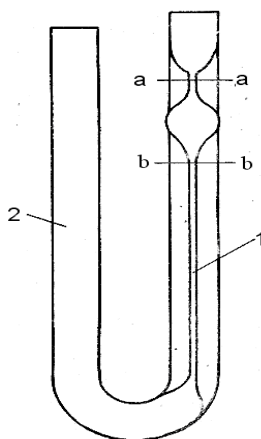
1. Kapillyar viskozimetr haqida tushuncha olish.
2. Viskozimetr yordamida suyuqlik qovushqoqligini aniqlash.
3. Formuladan foydalanib dinamik qovushqoqlik koeffitsienti-ni hisoblash.

Kerakli asbob va uskunalar

- 1) shtativ idish; 2) kapillyar viskozimetr; 3) sekundomer;
- 4) piknometr; 5) pipetka; 6) termometr, 7) tarozi o'lchov toshlari;
- 8) tekshirish uchun suyuqlik.

Qurilmaning bayoni

1.1-rasmda qurilmaning sxemasi ko'rsatilgan.



1.1-rasm. Kapillyar viskozimetr

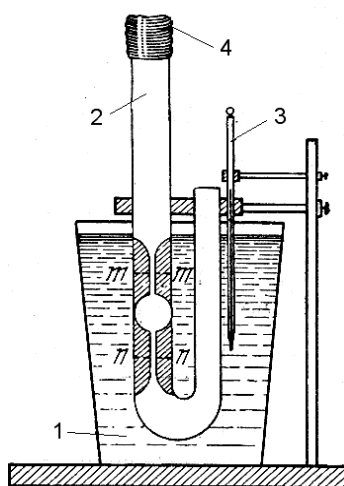
Unda kapillar viskozimetr quyidagi “U” shakldagi naychadan iborat. Uning bir tirsagiga kapillyar (1) mahkamlangan.

Viskozimetr vertikal tekislikka mahkamlangan. Suyuqlik (2) viskozimetrning keng tirsagiga quyiladi. U suyuqlik kapillyarining yarim balandligigacha bo'lishi kerak. Viskozimetrning katta tirsagidan havo berish yo'li bilan suyuqlikni a–a belgigacha ko'tariladi. So'ngra suyuqlik o'z ogirlik kuchi orqali pastga tusha boshlaydi. Suyuqlik a–a belgidan b–b belgigacha tushgandagi t vaqti aniqlanadi.

Suyuqlikning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\mu_1 = \mu_0 \frac{T_1}{T_0} \frac{\rho_1}{\rho_0} \quad (1.1)$$

bunda T_0 – distirlangan suvning oqish vaqti; μ_0 – distirlangan suvning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti bo‘lib, jadvallarda berilgan; ρ_1, ρ_0 – tekshirishga oid suyuqlikning va distirlangan suyuqliklar zichligi.



1.2-rasm. Kapillar viskozimetrning ish jarayoni

Tajribani bajarish

1. Viskozimetr 2 shtativ yordamida 1 idish ichiga o‘rnatiladi (1.2-rasm).

2. Viskozimetrning keng tirsagi tomoniga tekshirishga oid bo‘lgan suyuqlik quyiladi. O‘lchanilayotgan suyuqlik sathi hamma vaqt bir xil bo‘lishi kerak.

3. Idish 1 ga suv quyilib, auditoriya sharoitidagi harorat 3 termometr yordamida o‘lchab turiladi.

4. Rezinali shlanga 4 yordamida viskozimetrning o‘ng tomonidagi tirsagida sekin asta suyuqlik surilib b–b belgiga keltiriladi. Rezina shlanga o‘z holiga qo‘yilib, sekundamer yordamida a–a belgidan b–b belgigacha tushish vaqti t_1 o‘lchanadi. O‘lchash soni 5 tadan kam bo‘lmasligi kerak.

5. SHuningdek t_0 – toza suvni oqib o‘tish vaqti o‘lchanadi.

6. Suyuqlikni dinamik quvushqoqlik koeffitsienti formula (1.1) yordamida aniqlanadi va quyidagi 1.1 va 1.2-jadvallar to‘latiladi.

1.1-jadval

Kuzatuv №	Harorat, °C	Suyuqliklarning oqish vaqti	
		Tekshirilayotgan suyuqlik, τ_1 [sek]	Suv, τ_0 [sek]
1.			
2.			
3.			

1.2-jadval

Suyuqlikning zichligi ρ [kg/m ³]	Dinamik qovushqoqlik koeffitsienti, μ [N*sek/m ²]	Kuzatish hatoligi

Nazorat savollari

1. Dinamik qovushqoqlik koeffitsienti nima?
2. Kapillyar viskozimetrda qovushqoqlik koeffitsienti qanday aniqlanadi?
3. Kapillyar viskozimetr haqida tushuncha bering.

2 – LABORATORIYA ISHI

ENGLER VISKOZIMETRI YORDAMIDA SUYUQLIKNING KINEMATIK QUVUSHQOQLIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Ishdan maqsad

1. Engler viskozimetri haqida tushuncha berish.
2. Kinematik qovushqoqlik koeffitsientining haroratga bog‘liqligini aniqlash.
3. Qovushqoqlik koeffitsientining haroratga bog‘liqligini formula orqali hisoblash.

Kerakli asbob va uskunalar

- 1) engler viskozimetri; 2) tekshirishga oid suyuqlik;
- 3) distillangan suv.

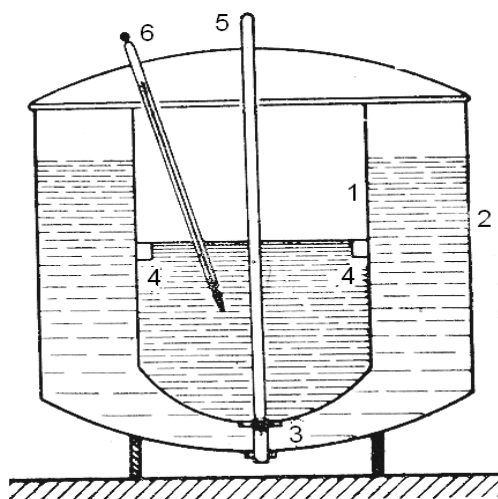
Qurilmaning bayoni

Kinematik qovushqoqlikni aniqlashda texnikada, amaliyotda ko‘pincha Engler viskozimetridan foydalaniladi. 2.1-rasmda viskozimetr sxemasi ko‘rsatilgan.

U, konsentrik ravishda joylashgan 2 ta latun (1) va (2) idishlardan iborat. (1) idishning o‘rta qismida sferik ravishda joylashgan taglik bo‘lib unga (3) naycha kavsharlangan. Uning ichki yuzasida 3 ta ilmoqcha (4) bor. Bu ilmoqchalar tekshiriladigan suyuqlik sathini bir xil ko‘rsatib turadi. Naycha teshikchasi tayoqcha (5) yordamida berkitiladi. (1) va (2) orasidagi bo‘shliq suv bilan to‘latililib viskozimetr ichidagi suyuqlikning haroratini o‘zgarrmas holda saqlash uchun ishlatiladi. Tekshirishga oid suyuqlik harorati (6) termometr yordamida aniqlanadi. Shu viskozimer yordamida 200 sm^3 suyuqlikning oqib o‘tish vaqti aniqlanadi, yoki shu hajmdagi toza suv va tekshirishga oid

suyuqlikning oqib o‘tish vaqtlari 20°C dagi nisbati $\frac{T_s}{T_0}$ larning

miqdori, ya’ni Engler gradusi $\frac{T_s}{T_0} = E$ olinadi.



2.1-rasm. Engler viskozimetri sxemasi

Qovushqoqlik koeffitsienti ν esa quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\nu = 0,0731 E - \frac{1}{E} 0,0631 \quad (2.1)$$

Tajribani bajarish

1. Viskozimetr distirlangan suv bilan to‘latiladi. Bunda ilmoqchalar uchlari shu suyuqlik bilan bir xil sathni – yuzani tashkil etadi.

2. Viskozimetr va idish oralig‘ida suv quyilib uni 20°C da ushlab turiladi, ehtiyotkorlik bilan naycha teshikchasi tayoqcha yordamida ochilib 200 sm^3 toza suv oqib o‘tish vaqti T_0 aniqlanadi.

3. 1 raqamdagidek viskozimetr ichiga tekshirishga oid suyuqlik quyiladi.

4. 200 sm^3 suyuqlikning vaqti T_s aniqlanadi.

5. 200 sm^3 suyuqlik har xil haroratlarda tajribani 4–5 marta takrorlanadi.

Hisoblash tartibi

1. Kinematik qovushqoqlik koeffitsienti

$$\nu = 0,0731 E - \frac{1}{E} 0,0631$$

formula yordamida aniqlanadi.

2. Barcha olingan ma’lumotlar grafik ravishda chizilib unda kinematik quvushqoqlik koeffitsienti bilan harorat orasidagi bog‘lanish tasviri olinadi.

3. Tajribada olingan natijalar quyidagi 2.1-jadval bilan mustahkamlanadi.

2.1-jadval

Kuzatuv №	Harorat, °C	200 sm ³ Suyuqlik oqish vaqtlari		Engler gradusi $E = \frac{T_s}{T_0}$	Kinematik qovushqoqlik koeffitsienti v [sm ² /sek]	Kuzatuv hatosi, %
		T_0	T_s			
1.						
2.						
3.						
4.						

Nazorat savollari

1. Engler formulasi nimani aniqlaydi?
2. Kinematik qovushqoqlik koeffitsienti qanday aniqlanadi?
3. Engler soni nima?

3 – LABORATORIYA ISHI

PYEZOMETRLAR KO‘RSATKICHI BO‘YICHA IDISHDAGI MANOMETRIK VA ABSOLYUT BOSIMNI ANIQLASH

Ishdan maqsad

1. Manometrik bosim haqida tushuncha berish.
2. Hidrostatik bosimni aniqlash.
3. Absolut bosimni aniqlash usullarini o‘rgatish.

Kerakli asbob va uskunalar

- 1) suv to‘ldirilgan idish; 2) pyezometr; 3) chizg‘ich.

Qurilmaning bayoni

Manometrik va absolut bosimlarni aniqlaydigan qurilma tunikadan qilingan to‘rt burchak shaklidagi (1) temir idish bo‘lib yon tomonlariga shisha pyezometrlar (3) o‘rnatilgan bo‘lib suvning sathini o‘zgartirish uchun mo‘ljallangan. Idishdagi suv sathi (3) shisha idish yordamida aniqlanadi (3.1-rasm).

Qisqacha nazariy ma’lumot

Turg‘un suyuqlikning biror nuqtasidagi absolut gidrostatik bosim gidrostatikaning asosiy tenglamasidan aniqlanadi:

$$p = p_0 + \rho gh = p_0 + \gamma h \quad (3.1)$$

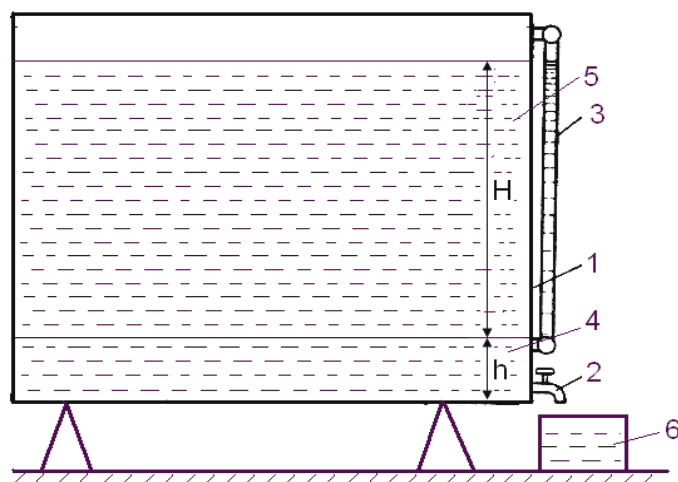
Berilgan nuqtalarga to‘g‘ri keladigan pyezometrik balandlik kichik bosimlarda quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$h = \frac{P}{\rho g} \quad (3.2)$$

Bundan manometrik bosim aniqlanadi:

$$p = \rho gh \quad (3.3)$$

Bu formula suyuqlik balandligi h ni o‘zgartirish bilan o‘zgaradi. Bunda ρ – suyuqlik zichligi; g – erkin tushish tezlanishi, ular o‘lchanayotgan suyuqlik uchun o‘zgarmas sonlar.



3.1-rasm. Klapaning ishini va manometrik hamda absolut bosimni tekshirishga oid asbob

Tajribani o‘tkazish tartibi

1. Idish ma’lum bir sathgacha suv bilan to‘latilinadi.
2. Sathini idish yonidagi pyezometr ko‘rsatkichini chizg‘ich yordamida o‘lchanadi.
3. Jumrak ni ochib yoki berkitish bilan suv sathi o‘zgartiriladi.

Hisoblash tartibi

1. Suyuqlik haroratini bilgan holda uning zichligi ρ va solish-tirma og‘irligi $\gamma = \rho g$ aniqlanadi.
2. Pyezometrik balandlikni o‘lchash bilan manometrik bosim

$$p = \gamma h$$

formula yordamida aniqlanadi.

3. Absolut bosim quyidagi formula yordamida aniqlanadi. Idish ustida ochiq bo‘lgani uchun u,

$$p_{abs} = p_{at} + \gamma h$$

4. Tajriba 4 va 5 balandliklarda olinadi uni 3.1-jadvalga yoziladi.

3.1-jadval

Suyuqlik harorati, $^{\circ}\text{C}$	Suyuqlik zichligi, $\rho_1, \text{kg/m}^3$	Solishtirma og'irlik $\gamma, \text{N/m}^3$	Balandliklar				$p = \gamma h$	$p_{abs} = p_{at} + \gamma h$
			h_1	h_2	h_3	h_4		

Eslatma: suyuqlik zichligi ma'lumotnomalarda har xil $^{\circ}\text{C}$ larda berilgan yoki quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\rho_t = \frac{\rho_{20}}{1 + \beta_t (t - 20)}$$

Bunda t – harorat, $^{\circ}\text{C}$, $\beta_t = 0,00015 \frac{1}{\text{gradus}}$ – hajmiy kengash ko'effitsienti, ρ_{20} – suyuqlikning 20°C dagi zichligi.

Nazorat savollari

1. Pezometrik ko'rsatkichlar nimani ifodalaydi?
2. Manometrik bosim parametrlarini ayting.
3. Absolut bosim haqida tushuncha bering.
4. Pezometrik va manometrik bosimning o'lchov birliklari haqida tushuncha bering.

4 – LABORATORIYA ISHI

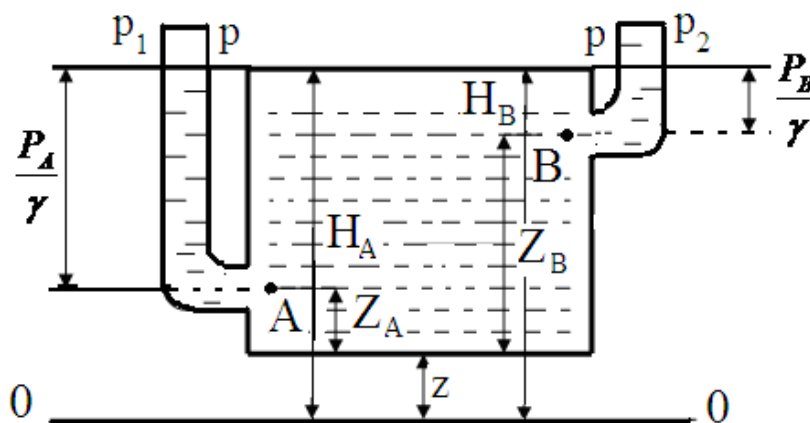
NUQTADAGI BOSIMNI ANIQLASH VA PEZOMETRIK TEKISLIKNI QURISH

Ishdan maqsad

1. Nuqtadagi absolut va chegirma yoki ortiqcha bosimni aniqlash.
2. Devor satxiga ta'sir etuvchi gidrostatik bosimning tarqalish epyurasini qurish.
3. Pezometrik tekislik yoki nisbiy potensial energiyalar tekisligini qurish.

Tajriba o'tkazish tartibi

1. Idish aniq bir sathgacha suv bilan to'ldiriladi. p_1 va p_2 pezometrlar yordamida A va B nuqtalardagi ortiqcha bosim o'lchanadi. 1.1 va 1.2 jadvallarga o'lchash natijalari kiritiladi.
2. A va B nuqtalarning bo'yi erkin sirt tekisligiga nisbatan chuqurlashi aniqlanadi.
3. «O-O» taqqoslash tekisligi holati aniqlanadi.



4.1-rasm. Tajriba o'tkazadigan qurilma

Hisoblash tartibi

1. Jadvalga ko'ra, suyuqlik haroratini bilgan holda, uning zichligi ρ va $\gamma = \rho g$ aniqlanadi.
2. A va B nuqtalardagi ortiqcha bosim kattaligi aniqlanadi:

$$p_0 = \gamma h \quad (1)$$

3. A va B nuqtalardagi absolut bosim kattaligi aniqlanadi.

4. Hisob natijalariga ko'ra, idish devorlarining biriga tarqaladigan gidrostatik bosim epurasi quriladi.

5. Pezometrik tekisligini qurish uchun quyidagilar aniqlanadi va 4.1-jadval to'ldirib boriladi:

a) Idish ostidan z masofada vertikal pastda «O-O» taqqoslash tekisligini joylashtirish Z_A va Z_B lar idish tubiga nisbatan A va B nuqtalardagi geometrik bosim.

b) A va B nuqtalardan vertikal tepaga qarab, p_1 va p_2 pezometrilar ko'rsatishi belgilab joylashtiriladi. Suyuqlik gorizont bo'yicha '-' tekisligi o'tkaziladi, u gorizont holatda bo'ladi. Bu pezometrik bosim, suyuqlikning har qanday nuqtasidagi (napor) «H» ni xarakterlaydi.

Hisoblash tartibi va qo'llanadigan tenglamalar

$$1. p = p_{at} + \rho gh = p_{at} + \gamma h ;$$

$$2. H = z + h_0 = z + \frac{P}{\gamma} ;$$

$$3. I_A = (z_0 + z_A) + \frac{p_A}{\gamma} ;$$

$$4. I_B = (z_0 + z_B) + \frac{p_B}{\gamma} \quad 5. I_A = H_B = H$$

4. 1-jadval

Suv harorati, $t, ^\circ C$	Suyuqlik zichligi, ρ kg/m^3	Solishtirma og'irlik $\gamma = \rho g$ N/m^3	Suyuqlik satxiga nisbatan nuqtaning chuqurligi	
			A nuqta	B nuqta

4.2-jadval

Nuqtalardagi ortiqcha bosim, γh		Nuqtalardagi absolyut bosim $P_{abs} = P_{at} + \gamma h$	
A nuqta	B nuqta	A nuqta	B nuqta

4.3-jadval

O-O taqqoslagich tekisligidagi idish osti masofasi	Geometrik kuch		Pezometrik ko'rsatkichlari (bosim kuchi) $\frac{P}{\gamma}$		Potensial bosim $H = z + \frac{P}{\gamma}$	
z_0	z_A	z_B	A nuqta	B nuqta	A nuqta	B nuqta

Nazorat savollari

1. Ishdan maqsad
2. Hidrostatikaning asosiy tenglamasini ifodalab bering
3. A va B nuqtalardagi bosimlar farqini tushuntirib bering
4. H_A va H_B nuqtalardagi yo'qotilgan bosimni izohlab bering

5 – LABORATORIYA ISHI

SUYUQLIK HARAKAT TARTIBINI REYNOLDS ASBOBI YORDAMIDA TEKSHIRISH

Ishdan maqsad

1. Suyuqlik harakatining turbulent va laminar tartiblarini kuzatish.
2. Harakatning laminar va turbulent tartiblarida Reynolds sonini aniqlash.

Qisqacha nazariy ma'lumot

Suyuqlikning quvurdagi harakati 2 xil tartibda bo'lishi mumkin: laminar va turbulent.

Laminar tartibli harakat suyuqlik zarralarini parallel oqimli bo'lishi bilan ko'rinadi va bunda suyuqlikning ayrim qatlamlari bir-biri bilan aralashmay harakatlanadi. Bunday harakat suyuqlik oqimi ko'ndalang kesimi kichik bo'lganda, kichik tezlikda bo'lganda, kapillarlar bo'ylab harakatda, yopishqoq suyuqliklar (neft, mazut, moylar) harakatida, tuproq qatlamlari orasida suyuqlik harakat qilganda kuzatiladi.

Turbulent tartib uchun tartibsiz (xaotik) harakat xosdir. Bunda suyuqlik zarralari murakkab va doim o'zgaruvchi trayektoriya bo'yicha harakatlanadi. Turbulent oqimda harakat yo'nalishiga ko'ndalang tezlik tashkil qiluvchilari bo'lgani uchun, suyuqlikda tez aralashish yuz beradi. Muhandislik amaliyotida, suv va kichik qiymatli qovushqoqlikka ega suyuqliklar (spirt, kerosin, benzin va boshqalar) ning isitish, ventilatsiya, gaz ta'minoti, issiqlik ta'minoti, suv ta'minoti tizimidagi harakatida ko'proq turbulent tartib kuzatiladi.

Suyuqliklar harakatining ikki tartibi mavjudligini ingliz fizigi O. Reynolds ko'rsatgan. Keyinroq boshqa olimlar tomonidan ham tasdiqlangan Reynolds tajribalari shuni ko'rsatdiki, dumaloq kesimli quvurdagi suyuqlik harakati tartibini aniqlashda quyidagi ifoda asosiy hisoblanadi:

$$Re = \frac{gd}{\nu} \quad (5.1)$$

bunda Re – Reynolds soni deb ataladigan o'lchovsiz miqdor.

g – suyuqlik harakati o‘rtacha tezligi, [sm/s];

d – quvur diametri, [sm];

V – kinematik qovushqoqlik koeffitsienti, [sm²/s].

Laminar tartibdan turbulent tartibga o‘tish sodir bo‘ladigan Reynolds soni miqdori Reynolds kritik soni – Re_{kr} deyiladi.

$Re \leq Re_{kr}$ bo‘lganda harakat laminar tartibli, $Re > Re_{kr}$ bo‘lganda turbulent tartibli bo‘ladi.

Re sonining ma’lum diapazonida tezlik o‘zgarishi harakteriga ko‘ra harakatning ikki tartibi mavjud bo‘ladigan oraliq bor. Re_{kr} – kritik soni miqdori qator sharoitlarga bog‘liq: quvurga kirish shartlari, quvur devorlari silliqqligi, birlamchi harakatning boshlanishiga va boshqalarga bog‘liq hamda har xil miqdorga ega bo‘ladi.

Dumaloq quvurlar uchun $Re_{kr} = 2320$ qabul qilinadi. Laminar tartibdan turbulent tartibga tartib o‘tishdagi tezlik kritik tezlik deyiladi.

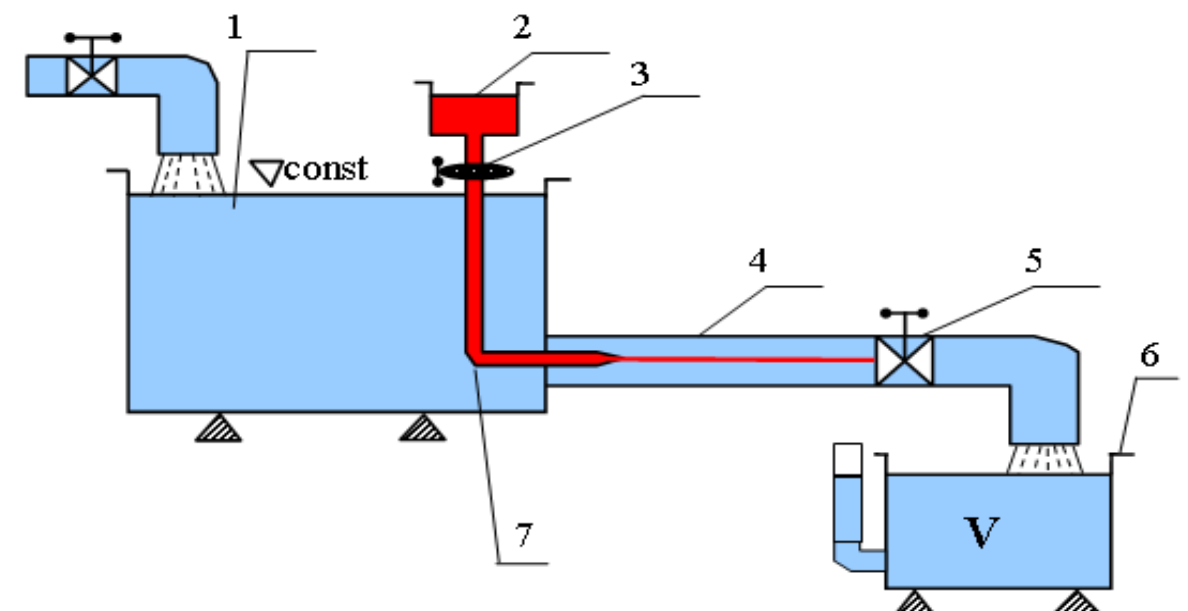
$Re \leq 2320$ da laminar tartib;

$Re > 2320$ bo‘lsa turbulent tartib.

Tajriba qurilmasi tuzilishi

Tajriba qurilmasi (5.1-rasm) bosim baki (1) dan, unga suv o‘tkazuvchi tarmog‘idan quvur orqali suv keladi. Bakdagi suv sathini bir xil ushlab turish uchun jumrak (5) xizmat qiladi. Bakning ichiga unga tushayotgan suvni tinchlantirish uchun panjara va suv haroratini o‘lchash uchun termometr o‘rnatilgan bo‘ladi. Bak (1) ga shisha naycha (4) biriktirilgan, uning oxiriga suv harakati tezligini rostdlab turish uchun jumrak (5) o‘rnatilgan. Suv sarfi o‘lchov baki (6) yordamida aniqlanadi. Qurilma bo‘yoqli idish (2), naycha (7) va jumrak (3) ga ega.

Tajribida, harakat tartibi asosiy shisha quvur (4) da ko‘rinadi, asosiy oqimga bo‘yoq qo‘shilganda suyuqlik harakat tartibini o‘zgartirish quvurdan oqayotgan suyuqlik sarfini o‘zgartirish bilan amalga oshiriladi, uni jumrak (5) yordamida rostlanadi.



5.1-rasm. Tajriba oʻtkazadigan qurilma

1 – bosim baki; 2 – rangli suyuqlik uchun idish; 3 – jumrak ;
4 – shisha quvur ($d=2,5$ sm); 5 – rostlash joʻmrangi; 6 – oʻlchash
baki; 7 – rangli suyuqlikli naycha.

Tajriba oʻtkazish tartibi

1. Bosim baki (1), (3) va (5) jumrak lar yopiqqligida suv bilan toʻldiriladi.

2. Jumrak (5) ni biroz ochib quvur (4) da suyuqlik sarfi quyiladi, bunda sekin oqim vujudga keladi.

3. Jumrak (3) ochilib, asosiy oqimga boʻyoq qoʻshiladi. Boʻyoqning suyuqlikda toʻgʻri chiziq shaklida oqishi laminar harakat mavjudligini koʻrsatadi. Jumrak (5) ning ochilishini oshirib borib, suyuqlik tezligi oshiriladi, bunda harakat tartibi oʻzgarishi kuzatiladi. Boʻyoq oqimi toʻlqinsimon shaklni oladi va laminar tartibi noturgʻun boʻlib qoladi. Tezlikni yanada oshirilganda boʻyoq oqimi yoʻqoladi, barcha suyuqlik bir tekisda boʻyaladi – laminar tartibli harakat turbulent harakatga oʻtadi.

4. Barqaror harakatda quvurdagi suyuqlik sarfi oʻlchanadi, harakatning har bir tartibi uchun vaqt davomida oʻlchov bakiga tushgan suyuqlik hajmi – V aniqlanadi, bir vaqtda suyuqlik harorati termometr yordamida oʻlchanadi.

Tajriba natijalarini hisoblash

1. Kinematik qovushqoqlik koeffitsienti 5.1-jadvaldan aniqlanadi.

5.1-jadval

Suv harorati, [$^{\circ}\text{S}$]	0	5	10	15	20	25
Kinematik qovushqoqlilik koeffitsienti, ν , [sm^2/s]	0,0178	0,015	0,0131	0,0114	0,0102	0,0090

Suvning kinematik qovushqoqlik koeffitsienti haroratga bog‘liq holda quyidagi formula yordamida topiladi:

$$\nu = \frac{0,0178}{1 + 0,00337 \cdot t + 0,000221 \cdot t^2} \quad (5.2)$$

bunda t – suv harorati, $^{\circ}\text{C}$.

2. Suv sarf $Q = \frac{V}{t}$, [sm^3/s]

formula yordamida aniqlanadi.

bunda t – o‘lchagichdagi V hajmni oqish vaqti;

V – o‘lchov bakidagi suv hajmi.

3. Quvurda suyuqlik harakati o‘rtacha tezligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$g = \frac{Q}{\omega}, \quad [\text{sm}/\text{s}]$$

bunda ω – quvur kesimi, [sm^2].

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4}$$

bunda d – shisha quvur diametri, [sm].

4. Ma’lum bo‘lgan d , ν , g lar orqali har bir tajriba uchun Reynolds soni hisoblanadi:

$$\text{Re} = \frac{gd}{\nu}$$

5. O'lchovlar va hisoblar 5.2-jadvalga yoziladi.

5.2-jadval

№	O‘lchovlar ma’lumoti		Hisoblar ma’lumoti			Harakat tartibi	Doimiy kattalik $d = 2,5 \text{ sm}$
	V	t	Q	g	Re		
	sm^3	s	sm^3/s	sm/s			
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Nazorat savollari

1. Suyuqlikning laminar va turbulent tartibli harakatini tasvirlab bering.
2. Qanday kattalik suyuqlik harakati tartibini aniqlash uchun xizmat qiladi?
3. Reynolds soni qanday hisoblanadi?
4. Suyuqlik qovushqoqligi qanday kattaliklarga bog'liq?
5. Tajribada qanday qilib suyuqlik sarfi va o'rtacha tezligi aniqlanadi?

6 – LABORATORIYA ISHI

LAMINAR HARAKATDA QUVURDAGI SUYUQLIK NAPORINI YO‘QOLISHI

Ishdan maqsad

1. Laminar harakat haqida tushuncha berish.
2. Napor yo‘qolishining formulasi haqida tushuncha berish.
3. Laminar harakatda napor yo‘qolishini o‘rganish.
4. Renolds soni haqida tushuncha berish.
5. Laminar harakatda ishqalanish koeffitsienti haqida tushuncha berish va hisoblashni o‘rgatish.

Kerakli asbob va uskunalar

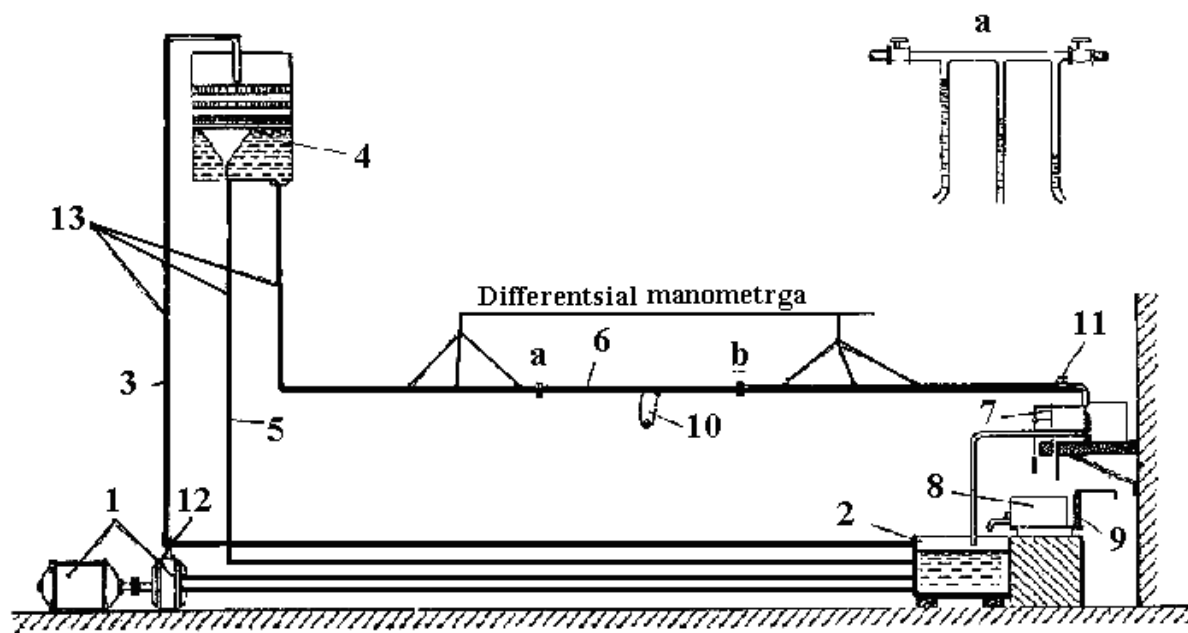
- 1) quvur; 2) differentsial manometr; 3) termometr; 4) sekundo-mer; 5) chizg‘ich.

Qurilmaning bayoni

Quvurlarda suyuqlik harakatini o‘lchash uchun qurilma 6.1-rasmda berilgan. U markazdan qochma nasos (1) elektromotori bilan berilgan. Suyuqlikni qabul qiluvchi idish (2), ko‘taruvchi tizim (3), napor hosil qiluvchi idish (4), quyuvchi tizim (5), quvurning o‘zi (6) lardan iborat. Quvurning oxirgi qismiga yumshoq shlang ulangan bo‘lib, oqib kelayotgan suyuqlik taqsimlovchi bak (7) ga quyiladi. Sarfni o‘lchash, bir litrlik (10 sm^3) hajm (8) orqali olinadi. U (9) stolcha ustida turadi. Ko‘taruvchi tizim (3) idish (2) orqali kelayotgan quvurdagi suyuqlikni nasos orqali yuqoriga ko‘tarib beradi va uni napor hosil qiluvchi idish (4) ga quyadi. Quvur (6) ning ustki tomonidan shtutserlar chiqarilib ularga ikkita suyuqlikni manometrik bosimini o‘lchovchi pyezometrlar qo‘yilgan. Pyezometrlar balandliklari chizg‘ich yordamida o‘lchanadi. Quvurning umumiy uzunligi m.

Pyezometrlar oraliqlari m. Quvurning a–b qismini o‘zgartirish uchun (boshqa uzunlik, boshqa shakl, boshqa diametrga) shlang yordamida ulab qo‘yiladi. Tezlik maydonining ma’lum kesimida o‘lchash uchun Pito quvurchasi uchun 10 teshik qo‘yilgan (bizning holda Pito quvurchasi bo‘lmaganligi uchun uni ishlatmaymiz). Kerakli napor yo‘qolishini hosil qilish uchun, napor hosil qiluvchi idish (4) ni (6) ishchi quvurdan balandroqqa qo‘yiladi. Idish ikki bo‘limdan iborat bo‘lib, suyuqlik sathini bir xil

balandlikda ushlab turadi. Ikkinchi bo‘linmasidan ortiqcha suyuqlik yig‘uvchi bakka quyiladi.



6.1-rasm. Tajriba o‘tkazadigan qurilma

1 – nasos motori; 2 – oqova yig‘uvchi bak; 3 – ko‘taruvchi quvur; 4 – napor baki; 5 – ortiqcha suyuqlikni qaytaruvchi quvur; 6 – asosiy ishchi quvur; 7 – taqsimlovchi bak; 8 – hajm o‘lchovchi idish; 9 – stolcha; 10 – Pito quvurcha uchun joy; 11 – jumrak ; 12 – taqsimlovchi tirsak; 13 – yumshoq egiluvchan shlankalar tizimi.

Tajribani bajarish

1. Qurilmani ishga tushurishda yuqorida ko‘rsatilgan suyuqlik to‘latilingan bakdan jumrak ni ochib napor hosil qiluvchi bakka suyuqlik quyiladi.

2. Pyezometrlar ko‘rsatkichlari kichik sarflarda o‘lchanadi. Ularda Renolds soni 2000, 1500, 1000, 800, 500, 250 oraliqlarda hosil qilinadi.

3. Bir litr (10 sm^3) hajmning suyuqlikka to‘lish vaqti olinadi.

Hisoblash tartibi

1. Laminar harakatda napor yoʻqolish formulasi

$$H = \frac{128 \cdot l \cdot \mu \cdot Q}{\gamma \cdot \pi \cdot d^4}$$

orqali hisoblash ishlari bajariladi.

2. Tajribadan olingan qiymatlar orqali gidravlik qarshilik koeffitsienti quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$\lambda = \frac{H_0 \cdot d \cdot 2g}{l \cdot g^2}$$

bunda H_0 – ishchi uchastkadagi naporni yoʻqolishi. Ular ikkita pyezometrlarning koʻrsatkich farqlari.

3. Gidravlik qarshilik koeffitsienti λ ni Reynolds soniga bogʻliqligi grafigi, yaʼni

$$\lambda = f(\text{Re})$$

chiziladi.

4. Hisoblashda hosil boʻlgan H - napor yoʻqolishi, oʻlchasdagi napor yoʻqolishi H_0 bilan taqqoslanadi.

5. Gidravlik qarshilik koeffitsienti λ qiymatlari nazariy formula

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

bilan solishtiriladi.

6. Barcha olingan qiymatlar va hisoblash natijalari 6.1 va 6.2-jadvallarga yozib boriladi.

6.1-jadval

Kuzatish №	Harorat °S	Suyuqlik sarfi, Q (oʻlchangan)	Oʻrtacha tezlik, g	Reynolds soni, Re
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

6.2-jadval

Pezometrlar ko'rsatkichi				Yo'qolgan napor, H_0 (nazariy)	Ishqalanish koeffitsienti	
h_1	h_2	h_3	$H_0 = h_1 - h_3$		Formula bilan, λ	Tajribada λ

Nazorat savollari

1. Laminar harakatda napor yo'qolishini formulasi qanday parametrlarga bog'liq?
2. Gidravlik qarshilik koeffitsientini aniqlash formulalarini ayting.
3. O'rtacha tezlik qanday aniqlanadi?

7 – LABORATORIYA ISHI

QUVURDA SUYUQLIKNING LAMINAR HARAKATIDA, NAPORNI YO‘OLISHI BO‘YICHA KINEMATIK QOVUSHQOQLIK KOEFFITSIENTI ν NI ANIQLASH

Ishdan maqsad

1. Laminar harakat vaqtida napor yoqolishini aniqlash.
2. Kinematik qovushqoqlikni aniqlash.
3. Tajribada va nazariya yordamida hisoblangan kinematik qovushqoqlik koeffitsientini taqqoslash usulini o‘rganish.

Kerakli asbob va uskunalar

- 1) shisha dumaloq quvur (6-tajriba ishiga qarang);
- 2) pyezometrlar; 3) termometr; 4) sekundometr; 5) Engler viskozimetri.

Qurilmaning bayoni

Qurilmaning bayoni 6-tajriba ishida keltirilgan.

Tajribani bajarish

1. Kichik sarf bilan ishchi shisha quvurga suyuqlik yuboriladi. Quvur ichidagi havo puffakchalaridan holi qilinadi.
2. Mumkin bo‘lgan minimal suyuqlik sarflarida pyezometrlar ko‘rsatkichi olinadi.
3. O‘lchovlar bir-biriga yaqin bo‘lgan besh-oltita sarflarda olinadi.
4. Engler viskozimetri (2-tajriba ishga qarang) tajriba vaqtidagi haroratdagi shisha quvur ichidagi suyuqlik olinib kinematik qovushqoqlik koeffitsienti ν o‘lchanadi.

Hisoblash tartibi

1. Laminar harakatda bo‘lgan suyuqlikning kinematik qovushqoqlik koeffitsienti napor yo‘qolishidagi bog‘lanish formulasi

$$\nu = \frac{\pi d^4 H \cdot g}{128 \cdot l \cdot Q} \quad (7.1)$$

2. Engler viskozimetri yordamida kinematik qovushqoqlik koeffitsienti hisoblanadi.

3. Viskozimetrda olingan hisoblash natijalari formula yordamida olingan natijalar bilan solishtiriladi.

4. Laminar rejimda ekanligini aniqlashda viskozimetrda olingan kinematik qovushqoqlik koefitsienti qiymatini qo‘shib harakat rejimi

$$Re = \frac{\rho \cdot d}{\nu}$$

formula yordamida aniqlanadi.

5. Barcha hisoblar va o‘lchashlar 7.1 va 7.2-jadvallarga yoziladi.

7.1-jadval

Kuzatuv №	Harorat, °S	Suyuqlik sarfi, Q (o‘lchashda)	Pezometrlar ko‘rsatkichlari			
			h_1	h_2	h_3	$H_0 = h_1 - h_3$
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

7.2-jadval

Kinematik qovushqoqlik koefitsienti, ν		Harakat tartibi, $Re = \frac{\rho \cdot d}{\nu}$	$\frac{\nu_1}{\nu} \cdot 100 \%$ chetlashuv
Nazariy formula bilan	Viskozimetr hisobi		

Nazorat savollari

1. Laminar harakatda kinematik qovushqoqlik koefitsientini topish formulasini ayting.

2. Renolds soni nimani bildiradi?

3. Tajriba bilan nazariy hisoblar chetlashuvi qanday aniqlanadi?

8 – LABORATORIYA ISHI

QUVURDAGI SUYUQLIKNI LAMINAR HARAKATIDAGI TO‘LIQ NAPORNI YO‘QOLISHINI ANIQLASH

Ishdan maqsad

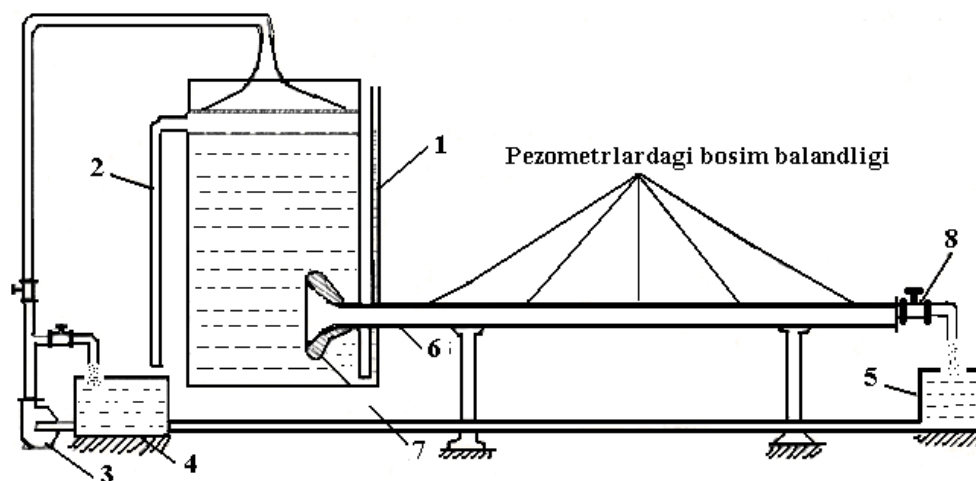
1. Laminar harakatda suyuqlikni to‘liq naporini yo‘qolishi haqida tushuncha berish.
2. To‘liq napor yo‘qolishi parametrlarini ko‘rsatish.

Kerakli asbob va uskunalar

- 1) maxsus quvur; 2) p‘ezometrlar; 3) sekundomer.

Qurilmaning bayoni

Quvurda suyuqlikni laminar harakatini o‘zgarishini o‘rganuvchi qurilma naporli idish (1) (8.1-rasm) va oqova quvur (2) dan iborat. Idish ichidagi suvning yuzasida to‘r yoki po‘kak qo‘yilgan bo‘lib, idishga kelayotgan suyuqlikning yuzasini tinch holatda saqlaydi. Markazdan qochma nasos (3), idish (4) dan suyuqlikni balandga ko‘taradi. (4) idishga (5) idishdagi suyuqlik quvur orqali biriktirilgan. (1) idishdan suyuqlik (6) ga oqadi. Quvur og‘zi varonka shaklidagi (7) kirish qismidan iborat. Quvur oxiriga jumrak (8) o‘rnatilgan. U sarfni o‘zgartirib turadi. Quvurdagi suyuqlikni to‘lib oqishini ta‘minlash uchun tirsakli quvurga, ishchi quvur oxiriga biriktirilgan. Varonka shaklida kirish qismi esa harakatni tekislash uchun ishlaydi. Quvur (6) gorizontal holatda qo‘yilgan. Quvur diametri va pyezometrlar oraliqlari aniq o‘lchamlarga ega.



8.1-rasm. Qurilma sxemasi

Suyuqlik sarfi hajmiy asosga ega. Pyezometrik bosim uchi ochiq shisha quvurli pyezometrlar yordamida chizg'ich orqali aniqlanadi. Pyezometrlar soni 4 yoki 5 ta bo'lishi mumkin.

Tajribani bajarish

1. Jumrak (8) ning oz qismini ochish bilan ishchi quvurga suyuqlik to'latiladi. Unda, suyuqlikni ta'minlovchi idish (1) sathi o'zgarmagan holda ishchi quvurdagi suyuqlikda va pyezometrlarda havo pufaklari bo'lmasligi kerak.

2. Jumrak yopilib, pyezometrlardagi suyuqlik bir xil sathli balandlikda bo'lishi kerak.

3. Ishchi quvurdagi sarfni shunday olish kerakki unda Reynolds soni 500 atrofida bo'lsin. Shu holatdagi pyezometrlar ko'rsatkichi yozib olinadi.

4. Kuzatishlarni 1000-2000 Reynolds sonigacha bir qancha marta takrorlanadi.

Hisoblash tartibi

1. To'liq napor yo'qolishini quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$\Delta P_i = P_0 - P = 8\mu \frac{l g}{r^2} + C \frac{\rho g^2}{2} \quad (8.1)$$

bunda: C – koeffitsient – $2,16 \div 2,46$; r – quvur radiusi; l – kesimlar orasidagi masofa; g – o'rtacha tezlik; μ – suyuqlikning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti; ρ – suyuqlik zichligi; P_0 – boshlang'ich kesimdagi bosim; P – ko'rilayotgan kesmidagi bosim, formulaning o'ng tomonidagi had quvurdagi ishqalanishda hosil bo'lgan bosim yo'qolishini ifodalaydi. Ikkinchi had esa harakatga keltiruvchi kuchning boshlang'ich kesimi bilan quvur kesimiga kirishdagi bosimlarning yo'qolishini ifodalaydi.

2. Hisoblangan $P_0 - P$ qiymatlar pyezometrlardagi ko'rsatkichlar bilan solishtiriladi. Ya'ni, $\Delta P_i = (h_0 - h_i)\gamma$ bunda h_0 – boshlang'ich kesimlardagi pyezometr ko'rsatkichi, h_i kesmdagi pyezometrlar ko'rsatkichlari.

3. Barcha o'lov va hisoblar natijalari 8.1 va 8.2-jadvallarga yoziladi.

8.1-jadval

Kuzatuv №	Harorat, °S	Suyuqlik sarfi, Q (o'lchashda)	O'rtacha tezlik, g	Reynolds soni, Re
1.				
2.				
3.				
4.				

8.2-jadval

Pezometrlar ko'rsatkichlari					O'lchangan qiymatlar	Hisoblangan qiymatlar	CHetlashuv % da
h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	$\Delta P_i = (h_0 - h_i)\gamma$	$\Delta P_i = P_0 - P$	$\frac{\Delta P_i}{\Delta P} \cdot 100 \%$

Nazorat savollari

1. To'liq napor qanday aniqlanadi?
2. Laminar harakatda to'liq napor yo'qolishi qanday parametrlarga bog'liq bo'ladi?

9 – LABORATORIYA ISHI

QUVURDAGI SUYUQLIKNING TURBULENT HARAKATIDA GIDRAVLIK QARSHILIK KOEFFITSIENTI λ NING QIYMATINI ANIQLASH

Ishdan maqsad

1. Turbulent harakat haqida to'liq tushuncha berish.
2. Turbulent harakatda gidravlik koeffitsientini aniqlash usullarini o'rganish.
3. Gidravlik qarshilik koeffitsientining topish formulalarini Reynolds soniga bog'liqligini o'rganish.

Kerakli asbob va uskunalar

- 1) Quvurdan suyuqlik harakatini o'rganish uchun qurilma (6-tajriba ishiga qarang); 2) pyezometrlar; 3) sekundomer.

Qurilmaning bayoni

Qurilmaning bayoni va qurilma sxemasi 6-tajriba ishida berilgan.

Tajribani bajarish

1. Naporli bak orqali quvurga suyuqlik haydaladi, bunda quvur ichida va pyezometrlardagi havo pufakchalari yo'qolishi kerak.
2. Quvur ichidagi suyuqlikni to'xtatgan holda differensial manometrlar (pyezometrlarni) sathlarini bir xil balandlikka keltiriladi.
3. Quvur ichida suyuqlik harakati turbulent holatida, ya'ni Reynolds soni 3500, 5000, 7000, 10000 lar atrofida tajriba o'tkaziladi.
4. Reynolds sonini 3500÷10000 largacha qiymatlarida sarflar va pyezometrlar ko'rsatkichlari yozib boriladi.

Hisoblash tartibi

1. Quyidagi formula yordamida tajribadan olingan natijalar asosida gidravlik qarshilik koeffitsient λ aniqlanadi.

$$\lambda = \frac{2 g \cdot d \cdot \Delta h}{l \cdot g^2} \quad (9.1)$$

2. Emperik formulalar orqali λ koeffitsient aniqlanadi:

$$\text{Re} \leq 50000 \quad \text{uchun} \quad \lambda_1 = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{\text{Re}}} \quad (9.2)$$

$$\text{Re} \leq 460000 \quad \text{uchun} \quad \lambda_2 = 0,01 + 1,77 \text{Re}^{-0,5} \quad (9.3)$$

3. Leybenzon L.S. tomonidan ishlab chiqarilgan nazariy formula yordamida λ ni aniqlash

$$\lambda_3 = \frac{64 / \text{Re}}{1 - \left(1 - \frac{k}{k + \text{Re}}\right)^4} \quad (9.4)$$

Bunda $k=576$.

4. Tajribada olingan gidravlik qarshilik ko'effitsienti λ bilan Re soni orasidagi bog'lanish grafigi chiziladi.

5. Olingan barcha ma'lumotlar o'zaro solishtiriladi.

6. Olingan nazariy va tajriba natijalari 9.1, 9.2 va 9.3-jadvallarga yoziladi.

9.1-jadval

Kuzatuv №	Suyuqlik sarfi, Q (o'lchashda)	O'rtacha tezlik, g	Reynolds soni, Re
1.			
2.			
3.			
4.			

9.2-jadval

Differensial pezometrlar ko'rsatkichi				Tajribadan olingan λ_0
h_1	h_2	h_3	$H = h_1 - h_3$	

λ ni formulalar yordamida hisobi			CHetlashuv, %		
$\lambda_1 = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{\text{Re}}}$	$\lambda_2 = 0,01 + 1,77 \text{ Re}^{-0,5}$	L.S. Leybenzon, λ_3	$\frac{\lambda_0}{\lambda_1} 100 \%$	$\frac{\lambda_0}{\lambda_2} 100 \%$	$\frac{\lambda_0}{\lambda_3} \cdot 100 \%$

Nazorat savollari

1. Turbulent harakat qanday harakat?
2. Turbulent harakat qanday aniqlanadi?
3. Turbulent harakatda λ ning topish formulalarini ayting.

10 – LABORATORIYA ISHI

SUYUQLIK HARAKAT TARTIBINI REYNOLDS ASBOBI YORDAMIDA TEKSHIRISH

Ishdan maqsad

1. Suyuqlik harakatining turbulent va laminar tartiblarini kuzatish.
2. Harakatning laminar va turbulent tartiblarida Reynolds sonini aniqlash.

Qisqacha nazariy ma'lumot

Suyuqlikning quvurdagi harakati 2 xil tartibda bo'lishi mumkin: laminar va turbulent.

Laminar tartibli harakat suyuqlik zarralarini parallel oqimli bo'lishi bilan ko'rinadi va bunda suyuqlikning ayrim qatlamlari bir-biri bilan aralashmay harakatlanadi. Bunday harakat suyuqlik oqimi ko'ndalang kesimi kichik bo'lganda, kichik tezlikda bo'lganda, kapillarlar bo'ylab harakatda, yopishqoq suyuqliklar (neft, mazut, moylar) harakatida, tuproq qatlamlari orasida suyuqlik harakat qilganda kuzatiladi.

Turbulent tartib uchun tartibsiz (xaotik) harakat xosdir. Bunda suyuqlik zarralari murakkab va doim o'zgaruvchi traektoriya bo'yicha harakatlanadi. Turbulent oqimda harakat yo'nalishiga ko'ndalang tezlik tashkil qiluvchilari bo'lgani uchun, suyuqlikda tez aralashish yuz beradi. Muhandislik amaliyotida, suv va kichik qiymatli qovushqoqlikka ega suyuqliklar (spirt, kerosin, benzin va boshqalar) ning isitish, ventilatsiya, gaz ta'minoti, issiqlik ta'minoti, suv ta'minoti tizimidagi harakatida ko'proq turbulent tartib kuzatiladi.

Suyuqliklar harakatining ikki tartibi mavjudligini ingliz fizigi O. Reynolds ko'rsatgan. Keyinroq boshqa olimlar tomonidan ham tasdiqlangan Reynolds tajribalari shuni ko'rsatdiki, dumaloq kesimli quvurdagi suyuqlik harakati tartibini aniqlashda quyidagi ifoda asosiy hisoblanadi:

$$Re = \frac{\vartheta d}{\nu} \quad (5.1)$$

bunda Re – Reynolds soni deb ataladigan o'lchovsiz miqdor.

ϑ – suyuqlik harakati o'rtacha tezligi, [sm/s];

d – quvur diametri, [sm];

ν – kinematik qovushqoqlik koeffitsienti, [sm²/s].

Laminar tartibdan turbulent tartibga o'tish sodir bo'ladigan Reynolds soni miqdori Reynolds kritik soni – Re_{kr} deyiladi.

$Re \leq Re_{kr}$ bo'lganda harakat laminar tartibli, $Re > Re_{kr}$ bo'lganda turbulent tartibli bo'ladi.

Re sonining ma'lum diapazonida tezlik o'zgarishi harakteriga ko'ra harakatning ikki tartibi mavjud bo'ladigan oraliq bor. Re_{kr} – kritik soni miqdori qator sharoitlarga bog'liq: quvurga kirish shartlari, quvur devorlari silliqqligi, birlamchi harakatning boshlanishiga va boshqalarga bog'liq hamda har xil miqdorga ega bo'ladi.

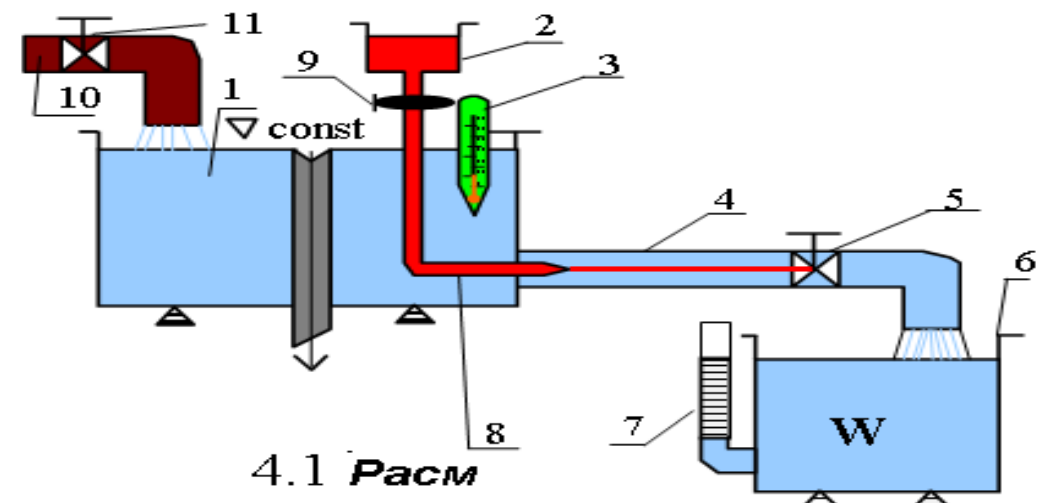
Dumaloq quvurlar uchun $Re_{kr} = 2320$ qabul qilinadi. Laminar tartibdan turbulent tartibga tartib o'tishdagi tezlik kritik tezlik deyiladi.

$Re \leq 2320$ da laminar tartib;

$Re > 2320$ bo'lsa turbulent tartib.

“Suyuqlik harakat tartibini aniqlash”

Tajriba o'tkazish kurilmasining chizmasi.



1-o'zgarmas bosimli idish; 2- rangli suyuqlik; 3-solingan idish; 4-termometr; 5-shisha quvur ($d=2,5\text{sm}$); 6-sozlovchi jumrak ; 7-o'lchov idishi; 8-suyuqlik hajmini ko'rsatkich naychasi; 9-rang uzatuvchi naycha; 10-jumrak ; 11-suyuqlik uzatuvchi quvur; 12- jumrak ;

Hisoblash tartibi va qo'llaniladigan tenglamalar.

1) $Q = \frac{W}{t}$; bu erda: W-o'lchov idishining hajmi ;

2) $\omega = \frac{\pi d}{\nu}$; bu erda: $\pi=3,14$ $d=2,5$;

3) $g = \frac{Q}{\omega}$; 4) $R_e = \frac{g d}{\nu}$;

agar $t=23^0S$ da, $\nu=0,0102 \text{ sm}^2/\text{sek}$;

4.1 jadval

№	hajm	Vaqt	Sarf	Harorat	Kinimatik qovushqoq lik	Diame tr	Kesm yuzasi	Tezlik	Reynolds soni	Xarakat tartibi	
	W	t	Q=W/t	t	ν	d	$\omega = \frac{\pi d^2}{4}$	$g = \frac{Q}{\omega}$	$R_e = \frac{g d}{\nu}$	Tajrib a	Nazari y
-	sm ³	sek	Sm ³ /sek	⁰ S	sm ² /sek	sm	sm ²	sm/sek	-	-	-
1											
2											
3											
4											
5											
6											

11-LABORATORIYA ISHI

BERNULLI TENGLAMASI YORDAMIDA PEZOMETRIK VA TO'LIQ BOSIM CHIZIG'I DIAGRAMMASINI QURISH

ISHDAN MAQSAD

1. Tajriba asosida oqimning har xil kesimlarida potensial (p'ezometrik bosim), solishtirma kinetik energiya (tezlik bosimlar) va to'liq solishtirma energiya (gidrodinamik bosim) kattaliklarni aniqlash.

2. Tajriba natijalari asosida p'ezometrik va bosim chiziqlarini o'zgaruvchan kesimlar uchun chizish.

QISQACHA NAZARIY MA'LUMOT

Bernulli tenglamasi, energiyani saqlanish qonunini ifodalaydi. Har qanday harakatdagi suyuqlik oqimi ma'lum bir energiyaga ega. Bu energiya uch ko'rinishda namoyon bo'lishi mumkin. Holat energiyasi, bosim energiyasi va kinetik energiya. Harakatdagi oqim uchun energiyaning turlari orasidagi bog'lanish Bernulli tenglamasida ko'rinadi.

Barqaror harakatdagi real suyuqlik oqimi uchun Bernulli tenglamasi muayyan 2 ta kesim uchun quyidagi ko'rinishga ega.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_w \quad (2.1)$$

Z_1 , Z_2 - oqim kesimlari markazidan ixtiyoriy tanlangan tekislikkacha bo'lgan vertikal masofalar.

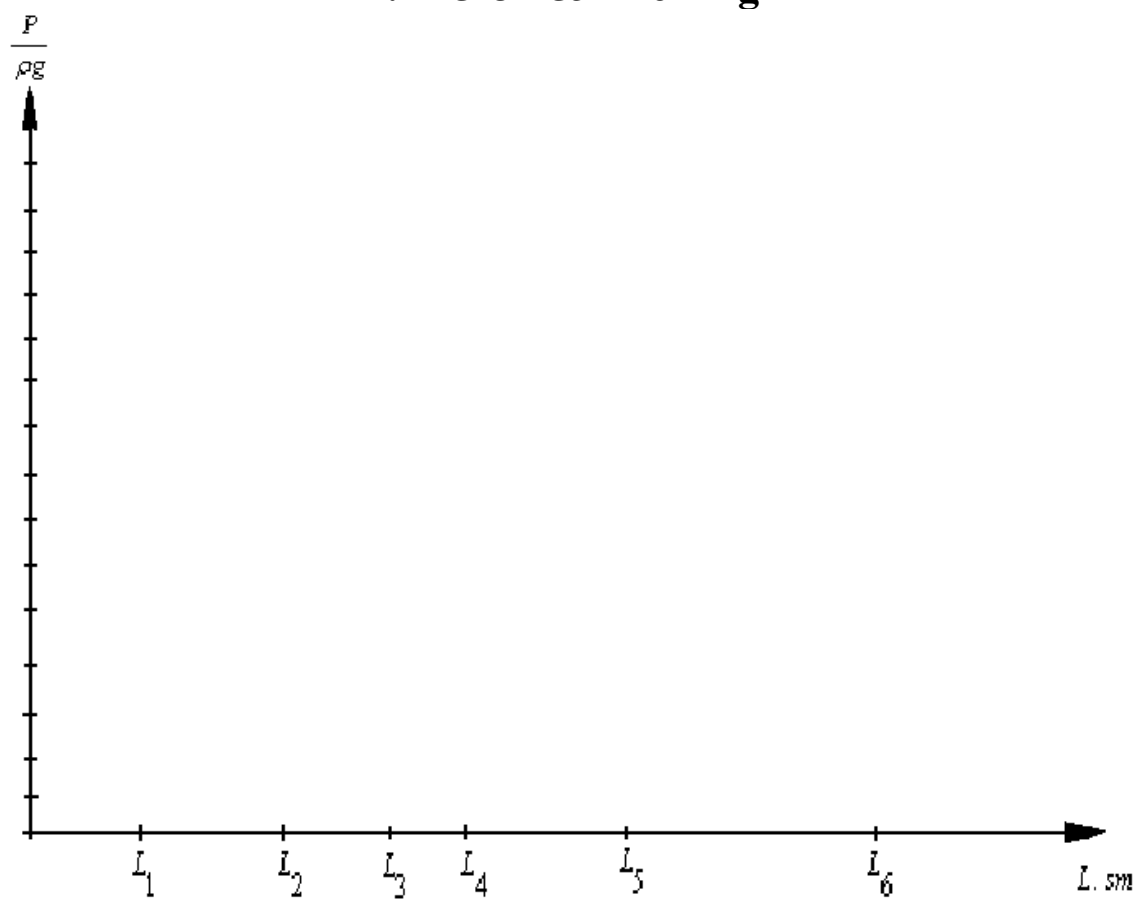
N_1 , N_2 – kesim og'irlik markazlaridagi bosimlar.

v_1 , v_2 – ikki kesimlardagi oqimning o'rtacha tezligi.

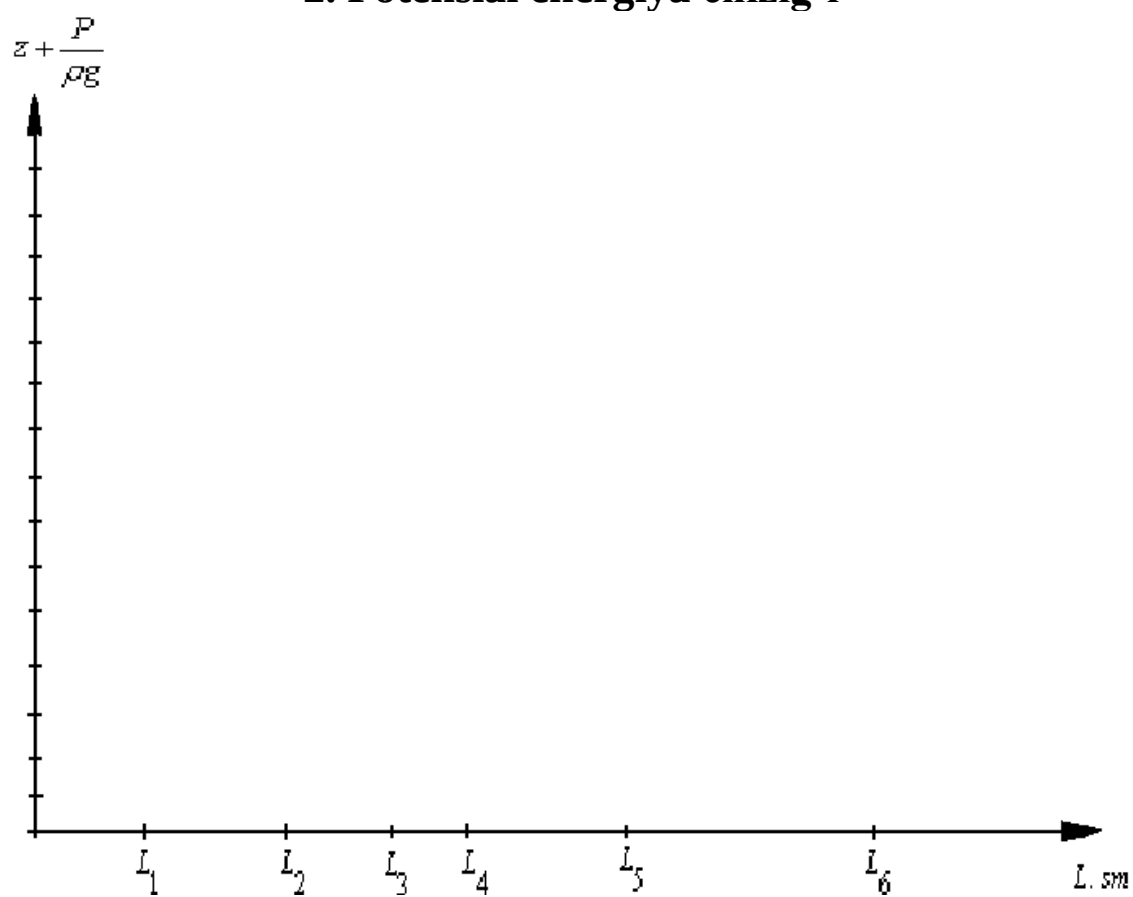
α_1 , α_2 – tezlikning oqim kesimida notekis tarqalishini ko'rsatuvchi koeffitsient. Amaliyotda turbulent harakatda $\alpha=1,0$ - 1,1 o'zgaradi, laminar harakatda $\alpha = 2$ ga teng.

h_w – ikki kesim orasidagi bosimning yo'qolishi.

1. P'ezometrik chizig'i



2. Potensial energiya chizig'i



Tenglamadagi birinchi had Z haqiqiy oqim kesimi markazining biror gorizontal tekislikkacha balandligini ko'rsatadi.

Ikkinchi had $\frac{\rho}{\rho g}$ oqimning qaralayotgan kesimining berilgan

(.) sidagi gidrodinamik bosimga to'g'ri keladigan suyuqlik ustuni balandligi bo'lib, u p'ezometrik balandlik deyiladi. Uning miqdori bosimning solishtirma potensial energiyasini belgilaydi.

Geometrik va p'ezometrik balandliklar yig'indisi $Z + \frac{P}{\rho g}$ p'ezometrik bosim deyiladi, uning kattaligi solishtirma potensial energiya deyiladi.

Uchinchi had $\frac{\alpha g^2}{2g}$ tezlik bosimi deyiladi, u solishtirma kinetik energiyani ifodalaydi.

$$Z + \frac{P}{\rho g} + \frac{\alpha g^2}{2g}$$

oqimning umumiy solishtirma energiyasi bo'lib, gidrodinamik dam (napor) deyiladi.

(2.1) tenglamaning o'ng tomonidagi eng ohirgi hadi h_w ko'rib chiqilayotgan kesimlar orasida suyuqlik harakati davomida gidravlik qarshiliklarni engishga sarf bo'ladigan dam (naporni) miqdorini ko'rsatadi. Oqim bo'ylab kesimlardagi gidrodinamik bosim (umumiy energiya) ning erkin tanlangan tekislikka nisbatan o'zgarishi bosim chizig'i bilan xarakterlanadi. Bosim chizig'i Bernulli tenglamasi uchta hadi yig'indisidan tashkil topadi. Umumiy solishtirma energiyaning bir qismi gidravlik qarshiliklarni engish uchun sarflangani uchun bosim chizig'i ham kesimdan kesimgacha o'zgarishi mumkin.

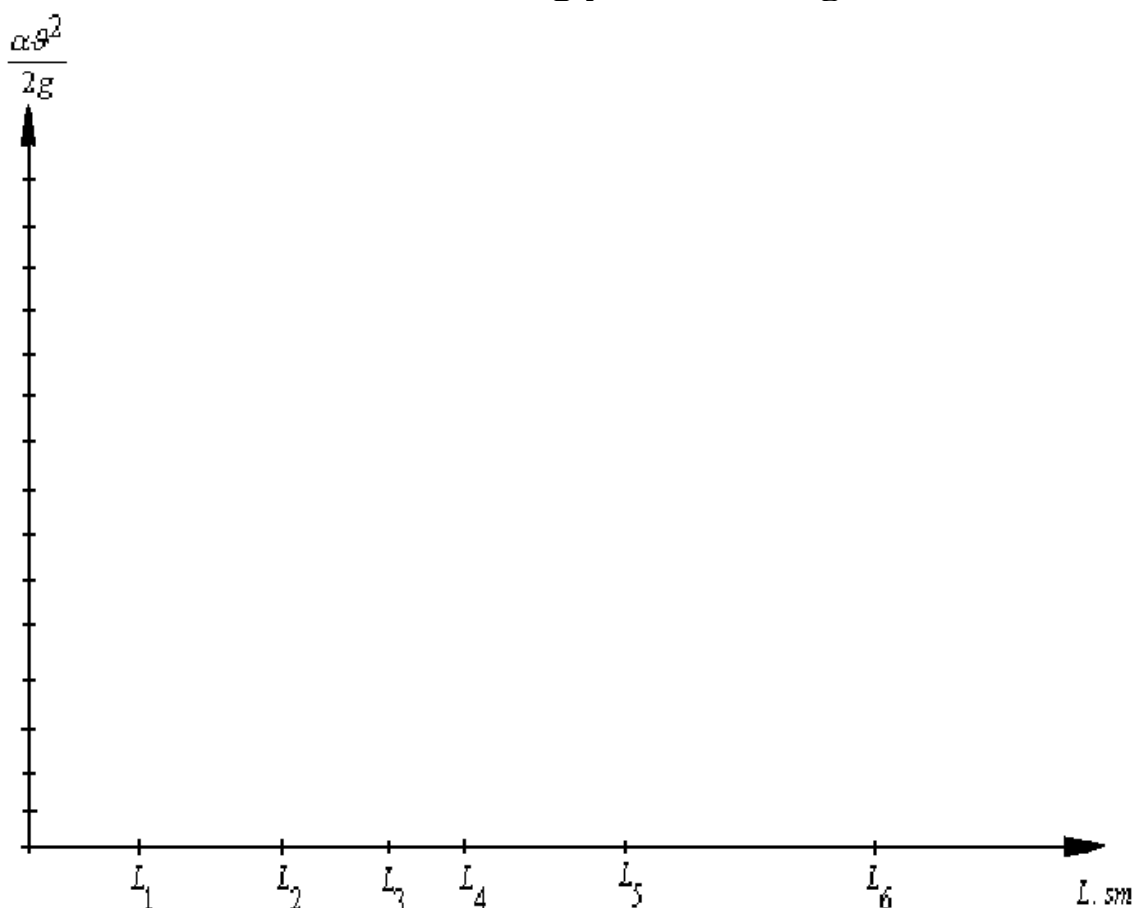
O'zgarmas kesimli quvurlarda oqimning kinematik xarakteristikasi uning uzunligi bo'ylab o'zgarmasdir. $\alpha_1 = \alpha_2$, $g_1 = g_2$, shuning uchun tezlik dam (napor) barcha kesimlarda bir

miqdorga ega $\frac{\alpha g^2}{2g} = \text{const}$. U holda Bernulli tenglamasidan

$$h_w = \left(Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} \right) - \left(Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} \right) \text{ ga ega bo'lamiz.}$$

ya'ni, ishqalanish uchun bosimning yo'qolishi, oqim solishtirma potensial energiyasi (p'ezometrik bosim) kamayishiga teng bo'ladi va quvurning boshlang'ich va oxirgi kesimlarida p'ezometrik sathlar o'zgarishida ko'rinadi. Ishqalinishga bo'lgan yo'qotishlar to'liq solishtirma energiyaning harakat o'qi bo'yicha o'zgarish grafigi shaklida beriladi va u to'liq bosim chizig'ini ifodalaydi.

3. Kinetik energiyalarni chizig'i



Bu chiziq uchta solishtirma energiya yig'indisi orqali ko'riladi:

$$E = Z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g} \quad (2.2)$$

P'ezometr chizig'i Bernulli tenglamasining ikki hadi yig'indisi orqali quriladi va solishtirma potensial energiyaning o'zgarishini ko'rsatadi:

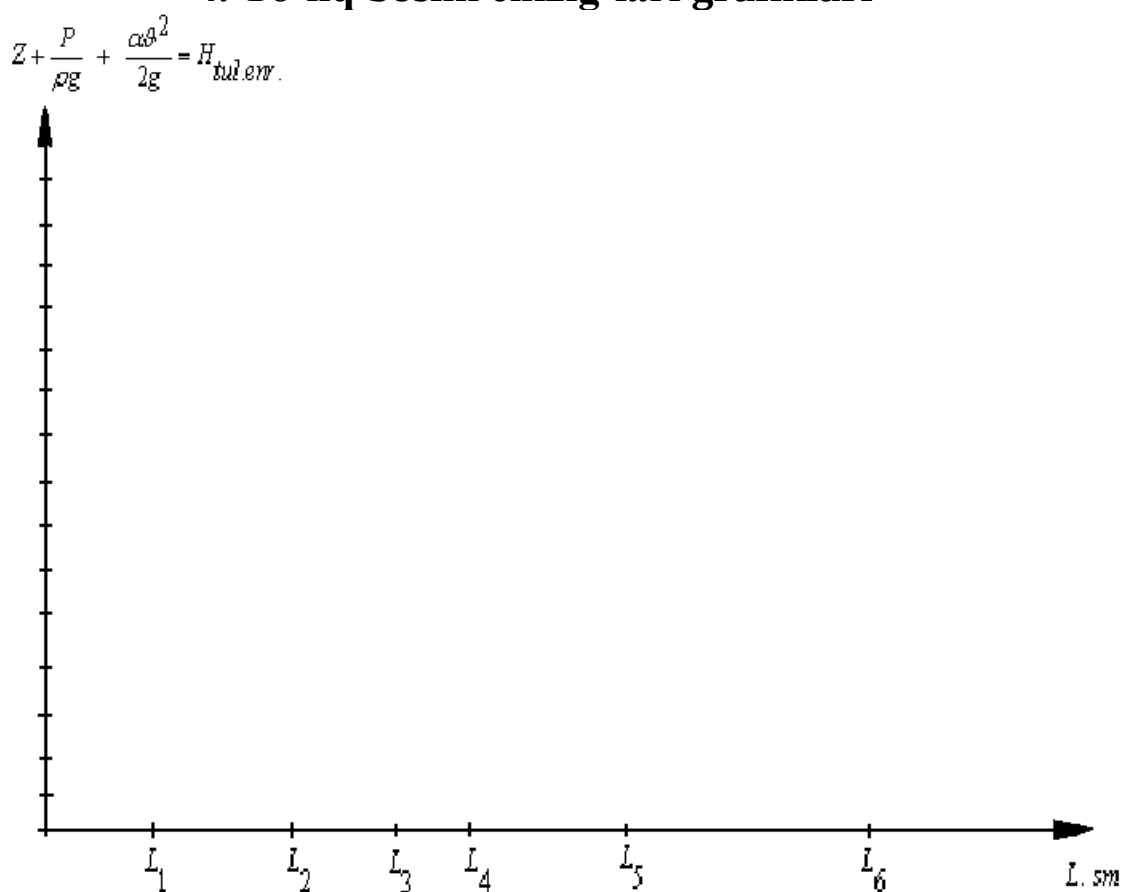
$$H = Z + \frac{p}{\gamma} \quad (2.3)$$

To‘liq bosim va p‘ezometrik chiziqlar, barqaror harakatda quvur diametri o‘zgarmas bo‘lganda parallel kamayuvchi to‘g‘ri chiziq sifatida ko‘rinadi (2.1-a rasm).

O‘zgaruvchan kesimli quvurda suyuqlik harakati davomida suyuqlik energiyasining bir turdan ikkinchi turga o‘zgarishi yuz beradi, u oqim bo‘ylab tezlikning o‘zgarishi bilan kuzatiladi (2.1-b rasm).

Bu holda p‘ezometrik chiziq pasayishi mumkin (tezlik oshganda). Agar suyuqlik kesimi harakat yo‘nalishida kichiklashsa, kinetik energiya esa potensial energiya kamayishi hisobiga ortib boradi va aksincha, oqim kesimi kattalashsa, kinetik energiya kamayadi, potensial energiya esa ortadi.

4. To‘liq bosim chizig‘lari grafiklari

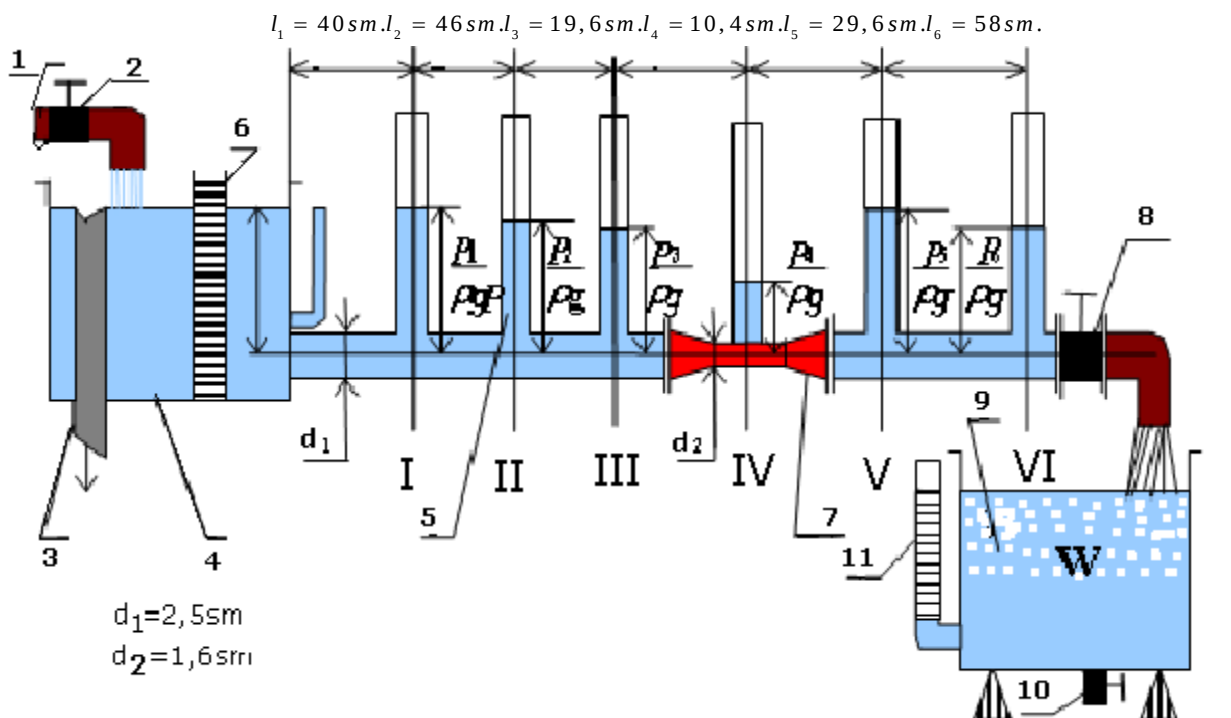


Tajriba o‘tkazish kurilmasining chizmasi.

Tajriba qurilmasining tuzilishi

Tajriba ishi, har xil kesimga ega bo‘lgan quvurlardan tashkil togan (1.1 rasm). Bu tajriba qurilmasida quvur uzunligi bo‘yicha bir necha pezometrlar (5) va jumrak (8) bilan jihozlangan. Tajriba qurilmasiga nasos orqali suyuqlik haydaladi, jumrak (20 suyuqlik

bosimli idish o'zgarmas ($\Delta = const$) holatida bo'lishi kerak va quvur tarmog'i orqali beriladi. Bosim idishning doimiy satxi oqova quvuri yordamida ushlab turiladi. Suyuqlikning sarfi o'lchov idishi va elektron sekundomeri yordamida o'lchanadi.



11.1-rasm Tajriba o'tkazish qurilmasining shemasi

1-nasos orqali suyuqlik uzatuvchi quvur; 2-jumrak ; 3-suyuqlik satxini ushlab turuvchi quvur 4-bosimli suyuqlik idishi; 5-pezetmetrlar; 6-suyuqlik to'liqini tinchlantiruvchi to'siq; 7- venturi sarf o'lchagichi; 8-jumrak ; 9 -o'lchov idishi; 10-jumrak ; 11-suyuqlik satxini ko'rsatuvchi naycha; I, II, III, IV, V, VI – kesimlardagi pezetmetrlar,bosim o'lchov asboblari.

Ishni bajarish va o'lchash tartiblari

- Tajriba quvurining chizmasidan o'lchamlar yozib olinadi.
- Bosimli idish suv bilan to'ldiriladi.
Bu holatda tajriba quvuridagi jumrak yopiq holatda bo'ladi.
- Bosimli idishdagi barqarorlashgan suvning satxi H o'lchanadi.
- Jumrak shu darajada ocxiladiki, 9 pezetmetrik suvning tezlik balandligi $10 \div 20 \text{ sm}$ ga teng bo'ladi.
- Har bir kesim uchun pezetmetrik bosim o'lchanadi.
- Suyuqlik sarfi o'lchanadi. Tajriba uch xil holatda bajariladi. Har safar tajriba bajarilishida "o'lchash" holatiga olib kelinadi va

shundan keyin suyuqlik oqimini o'lchash idishiga yo'naltiriladi. O'lchash idishi aniqlanadi. Tajribada suyuqlikni boshqaruv qurilmasi jumrak har xil holatida ikki va uch marotaba qaytariladi.

Hisoblash metodi

1. Suyuqlikning sarfi topiladi:

$$Q = \frac{W}{t}, \text{ sm}^3/\text{sek} \quad (1)$$

2. Har bir quvur ko'ndalang kesimi uchun oqimning o'rtacha tezligi topiladi:

$$\text{bu erda } g = \frac{Q}{\omega}, \text{ sm/sek}; \quad (2) \quad \omega = \frac{\pi d^2}{4}, \text{ sm}^2; \quad (3)$$

3. Har bir quvur ko'ndalang kesimi uchun tezlik bosimi aniqlanadi yoki E_k solishtirma kinetik energiya o'zgarishi aniqlanadi:

$$E_k = \frac{\alpha g^2}{2g} \quad (4)$$

Bu erda α ni birdan katta deb qabul qilamiz.

4. E_{pat} potentsial energiyaning o'zgarishini quyidagicha aniqlaymiz:

$$E_{pat} = Z + \frac{P}{\rho g} \quad (5)$$

5. III-IV va V-VI kesimlarda bosim yo'qotilishi:

$$h_{III-IV} = H_{III} - H_{IV}$$

$$h_{V-VI} = H_V - H_{VI} \quad (6,7)$$

6. Hisoblangan, olingan natijalar 2.2 jadvalga yoziladi.

O'lchov natijalari 2.1 – jadvalga yoziladi.

11.1-jadval

tt №	Hajm W sm^3	Vaqt t sek	Sarf $Q = \frac{W}{t}$ sm^3/sek	d ₁ =2,5sm; d ₂ =1,6sm Kesim yuzasi		Kesimdagi tezlik (sm/sek)		Holat energiyasi Z (sm)	Pezometrik naporlar $P_n / \rho g$ (sm)					
				$\omega_3 = \frac{\pi d_n^2}{4}$	$\omega_4 = \frac{\pi d_4^2}{4}$	$g_3 = \frac{Q}{\omega_n}$	$g_4 = \frac{Q}{\omega_4}$		1	2	3	4	5	6
1								80						

2								80						
3								80						

Pezometrik va to‘liq bosimlarning o‘zgarish grafikini chizish uchun 2.2-jadvaldan olingan hisob natijalaridan foydalanadi. Millimetrlangan qog‘ozga ma‘lum masshtabda belgilanib o‘rganiladigan quvurning tasviri tushiriladi.

$H; L$: o‘qida kesim masofalari belgilanadi.

$H_L; L$: o‘qlari bo‘yicha har bir kesimga ta’luqli pezometrik bosim (balandligi) qo‘yib chiqiladi va ularning uchlarini tutashtirib pezometrik bosim chizig‘ini olamiz (2.2-jadvalga qarang).

To‘liq bosim chizig‘ini olish uchun har bir kesimga to‘g‘ri keladigan pezometrik bosim $\frac{P}{\rho g}$ ustiga $H; L$: o‘qi bo‘yicha tezlik

bosim balandligi $\frac{\alpha g^2}{2g}$ qiymatini 2.2 jadvaldan olib qo‘yilib uchlarini tutashtirsak to‘liq bosim chizig‘ini olamiz (2.2-jadvalga qarang).

Gidravlik qiyalik i -ni topamiz

$$i = \frac{H_b - H_o}{L} \quad (2.3)$$

Bu erda H_b va H_o – har bir uchastkaning boshlang‘ich va oxirgi to‘liq bosimlari. L quvur uzunligi bo‘yicha pezometrik bosim naychalarining oraliq masofalari.

2.2-jadval

Tt №	$H_n = Z + \frac{P}{\rho g};$						$\frac{\alpha g^2}{2g};$			$H_{tul} = Z + \frac{P}{\rho g} + \frac{\alpha g^2}{2g};$						$h_n = H_t - H_i$				
№	1	2	3	4	5	6	1,2,3	4	5,6	1	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
1																				
2																				
3																				

Nazorat savollari

1. Ishning maqsadi
2. Bernulli tenglamasi, geometrik va enegetik mazmunlari
3. To'liq energiya
4. Potensial va kinetik energiyalarni farqlarini tushintiring
5. Grafiklarni tushuntirib bering

12- LABORATORIYA ISHI

QUVURNING UZUNLIGI BO'YICHA GIDRAVLIK ISHQALANISH QARSHILIK KOEFFITSIENTINI TAJRIBA YO'LI BILAN ANIQLASH

Ishdan maqsad

- 1.) Gidravlik qarshilik koefitsienti λ ning Reynolds kritik soniga bog'liqligini tasdiqlash.
- 2.) O'rganilayotgan uchastkadagi quvurning ekvivalentli notekisligini (g'adirliqligini) Δ aniqlash.

Qisqacha nazariy ma'lumot

Suyuqlik oqimi qattiq yuzaga tekkanda bu yuza suyuqlik oqimiga tormozlovchi ta'sir etadi. Oqimning devorga tegishi natijasida hosil bo'ladigan urinma kuchlanish oqim harakatiga qarshilik hosil qiladi va biz uni *ishqalanish qarshiligi deb* ataymiz. Ishqalanish qarshiligi uchun sarf bo'ladigan energiyaga, *uzunlik bo'yicha yo'qotilish deb* ataladi.

Gidrodinamikaning asosiy masalalaridan biri ishqalanishda yo'qotilishini topishdir.

energiyaning yo'qotilishi odatda Bernulli tenglamasi yordamida topiladi. Bunda tenglamaning chap qismida odatda 1 noma'lum, ya'ni ko'pincha boshlang'ich bosim bo'ladi.

Quvurning uzunligi bo'yicha bosim yo'qotilishi Darsi-Veysbax tenglamasi yordamida topiladi:

$$h_e = \lambda \frac{\ell}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (12.1)$$

Bu erda: ℓ - quvurning belgilangan qismining uzunligi;

d - diametri;

g - suyuqlik haraktining o'rtacha tezligi;

λ - gidravlik qarshiliklarning o'lchov birligiga ega bo'lmagan koefitsienti. O'xshatishlik nazariyasiga asosan Re

Reynolds sonining va quvur devorining g'adirliqi- $\left(\frac{\Delta}{d} \right)$ funksiyasidir, ya'ni (quvurning mutloq g'adirliqi):

$$\lambda = f \left(\text{Re}, \frac{\Delta}{d} \right) \quad (12.2)$$

Suyuqlikning laminar hajmida λ nazariy jixatdan quyidagicha topilishi mumkin:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} \quad (12.3)$$

Suyuqlikning turbulent harakati rejimi o'z tuzilishi jihatidan murakkab ko'rinishga ega bo'lganligi uchun, λ qiymati yarim empirik shaklda topiladi. Bunda asosiy vazifa tajriba natijalari bajariladi.

Prandtlning keng tarqalgan gipotezasiga asosan suyuqlik turbulent harakati rejimida bo'lganda quvurning ichki devorlarida laminar qatlam (qalinligi δ) sodir bo'ladi.

Nisbiy g'adirlikni $\left(\frac{\Delta}{\delta} \right)$ va laminar qatlamni (ya'ni Re soni kattaligida) holatga qarab turbulent rejimda, uch xil oqim zonasi sodir bo'ladi.

Gidravlik tekis devor (quvur) zonasi shunday paytda sodir bo'ladi, bunda laminar qatlamning qalinligi, g'adirlikning balandligi Δ dan bir necha bor katta bo'ladi, ya'ni $\delta \ll \Delta$.

Bu holatda quvurning notekis devori (g'adirliqi) laminar qatlam bilan to'liq yopilgan bo'ladi va suyuqlik ravon oqadi hamda bosim yo'qotilishiga ta'sir etmaydi. Bunda gidravlik qarshilik koeffitsienti faqat Re soniga bog'liq bo'ladi, ya'ni:

$$\lambda = f(\text{Re}) \quad (12.4)$$

Blazius tomonidan tajriba yordamida topilgan tenglama λ ni topishga imkon beradi:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{\text{Re}}} \quad (12.5)$$

Bu tenglama $\text{Re} < 10^5$ holatda qo'llanishi mumkin yoki

$$2320 < \text{Re} < 10 \frac{\Delta}{d}.$$

Ishqalanish aralashgan zonada tezlikning oshishi, ya'ni Re sonining oshishi natijasida, laminar harakat qatlamning qalinligi δ ,

quvur devorining g'adirliigi Δ kichik bo'ladi, ya'ni $\delta < \Delta$. Bu holatda λ , Reynolds soniga va nisbiy g'adirlikka bog'liq bo'ladi:

$$\lambda = f\left(\text{Re}, \frac{\Delta}{d}\right) \quad (12.6)$$

Bu holatda λ qiymat, Altshul tenglamasi yordamida hisoblanadi:

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25} \quad (12.7)$$

Bu erda: $10 \frac{d}{\Delta} < \text{Re} < 500 \frac{d}{\Delta}$ tengdir.

To'liq g'adirlik zonasi va kvadratik zona

Bu shunday ko'rinishda bo'ladiki, Re sonining oshib ketishi natijasida laminar harakat qatlamining qalinligi δ , quvurning g'adirligidan bir necha marotaba kichrayib ketadi, ya'ni $\delta \ll \Delta$. Bu zonada gidravlik qarshilik ko'effitsienti faqat nisbiy g'adirlikka bog'liq bo'ladi:

$$\lambda = f\left(\frac{\Delta}{\delta}\right). \quad (12.8)$$

Gidravlik qarshilik ko'effitsienti λ , bu zonada Nikuradze tenglamasi yordamida topiladi:

$$\lambda = \frac{1}{\left(2 \ell \frac{d}{\Delta} + 1,14\right)^2} \quad (12.9)$$

3.1-rasmda ko'effitsienti λ ning soni va temir quvurlar uchun A.I.Murin tomonidan olingan bog'lanish keltirilgan.

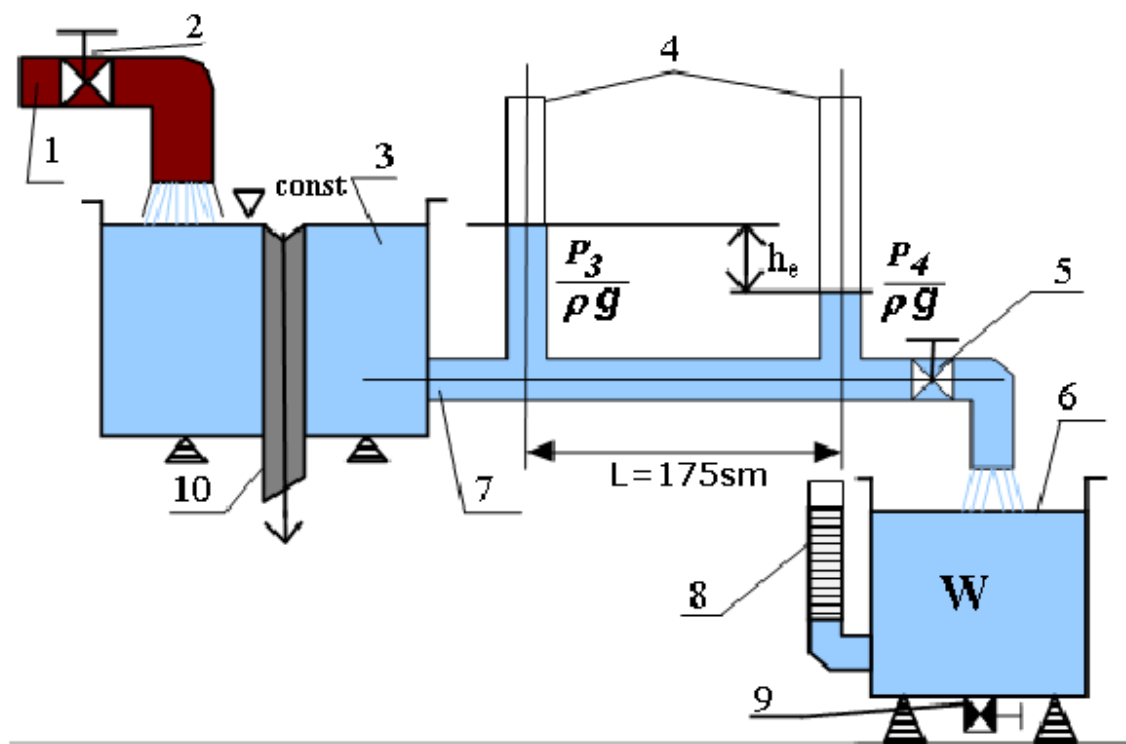
Bu uchinchi zona uchun $\text{Re} > 500 \frac{d}{\Delta}$.

Tajriba qurilmasining tuzilishi

Tajriba qurilmasining (4.1-rasm) o'zgartiriladigan qismiga (7) g'adirliqi noaniq quvur o'rnatiladi. Bosim o'lchanadigan nuqtalarga differensial manometr (10) ulanadi. Suyuqlikning sarfi o'lchov idishi (4) va elektron sekundomerlar yordamida, hajmiy metod asosida o'lchanadi. Suyuqlikni jumrak (2) yordamida o'zgaras bosim idishga nasos orqali suyuqlik haydaladi, tajriba uchastkasi (10) orqali aylanma harakat qila boshlaydi. Suyuqlik oqimining bosimli suyuqlik idishi o'zgaras bo'lganda nasos o'chirib qo'yiladi. Bosimli suyuqlik idishi (3) ga yoki o'lchov idishi (6) ga suyuqlikni haydash mumkin.

Pezometrlarning eng yuqori ko'rsatishiga (300-400 mm) jumrak (2) orqali erishiladi.

12.1-rasm. Tajriba o'tkazish qurilmasining sxemasi



1- nasos orqli suyuqlik uzatuvchi quvur; 2- jumrak; 3-suyuqlik bosimli idish; 4-pezometr; 5-jumrak; 6-suyuqlik o'lchovchi idish; 7- suyuqlik harakatlanuvchi quvur; 8-suyuqlik satxini ko'rsatish naychasi; 9-jumrak; 3-suyuqlik bosimli idishni o'zgaras holatda o'lchovchi quvur.

Tajribaning bajarilish tartibi

1. Tajriba uchastkasi ohiridagi jumrak (5) to'liq ocxiladi va jumrak (2) ochiq holatga keltiriladi.
2. Nasosni harakatlantiruvchi dvigateli yurgiziladi.
3. Suyuqlik bosim idish (3) to'lgandan so'ng, suyuqlik bosim idish o'zgarmas holatda bo'ladi, bu holatda pezometrik naychalar (4) ning ko'rsatishi eng yuqori qiymatga ega bo'lishi shart. Pezometrlardagi sathning qiymatini o'zgartirish jumrak (8) yordamida bajariladi.
4. Nasos to'htatiladi, jumrak (2) yopiladi va pezometrlarning nol holati tekshiriladi (hamma pezometrlarning ko'rsatishi bir xil bo'lishi kerak).

5. Jumrak (2) ochiladi va nasos yurgiziladi.

1. Jumrak (2) yopiladi va jumrak (8) tajriba uchastkasida suyuqlik oqimi o'lchov idishi (6) ga yo'naltirilib, suyuqlikning sarfi o'lchanadi. Bunda sekundomerning boshlang'ich ko'rsatishi nolga olib kelinishi kerak.

2. Jumrak (6) ni 3÷4 holatda o'zgartirilib tajriba qaytariladi. Bunda har bir o'lchov oldidan o'lchov idish (6) ni jumrak (9) yordamida bo'shatish va sekundomerning ko'rsatishini nolga olib kelishni unutmaslik kerak.

3. Suyuqlikning harorati o'lchanadi va grafik orqali qovushqoqlikni kinematik koeffitsienti topiladi.

Tajriba natijasida olingan natijalar 12.1 jadvalga kiritiladi.

Hisoblash metodi

Bernulli tenglamasiga asosan uzunlik bo'yicha bosim yo'qotilishini topishimiz mumkin $h_i = \frac{P_1 - P_2}{\gamma}$ bu qiymat differensial pezometrning ko'rsatishi H ga tengdir, ya'ni $h_i = H$.

Hsoblash tartibi va qo'llaniladigan tenglamalar

$$1). Q = \frac{W}{\tau} \left[\frac{\tilde{n}^3}{\tilde{n}^2} \right]; \quad 2). \omega = \frac{\pi d^2}{4} \left[\tilde{n}^2 \right];$$

$$3). \vartheta = \frac{Q}{\omega} \left[\frac{\tilde{n}_i}{\tilde{n}_a \tilde{e}} \right]; \quad 4). h = \frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g} [\tilde{n}_i];$$

$$5). R_e = \frac{\vartheta \cdot d}{\nu}; \quad 6). \lambda_T = h_e \cdot \frac{d}{L} \cdot \frac{2g}{\vartheta^2}.$$

bu erda : $g = 9,81 (m / sek^2); \quad L = 175 (sm); \quad d = 2,5 (sm).$

$$1.) \lambda_{naz} = \frac{64}{Re} (2320);$$

$$2.) \lambda_{naz} = \frac{75}{Re} (2320 - 4000);$$

$$3.) \lambda_{naz} = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} (4000 - 10000).$$

12.1 jadval

№	Ha- jm W	Va- qt t	Sarf $Q = \frac{W}{\tau}$	Dia- metr d	Kesi m yuza $\omega = \frac{\pi d^2}{4}$	Tezli k $\vartheta = \frac{Q}{\omega}$	Kesimda gi pezomet r		Yo‘qotil- gan napor $h_e = \frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g}$	Ishqalan- ish koeffi sienti $\lambda_r = \frac{2gd \cdot h_e}{L \cdot \vartheta^2}$	Tem- pera tura t^0C		Hara kat Tart ibi Re	Na- zariy koeffi sient λ_n
							$\frac{P_1}{\rho g}$	$\frac{P_2}{\rho g}$			t	v		
	sm ³	sek	sm ³ /s	sm	sm ²	sm/sek	sm	sm	sm	-			-	-
1.														
2.														
3.														
4.														
5.														
6.														

1. Suyuqlikning sarfi va uning o‘rtacha tezligi har bir tajriba uchun topiladi:

$$Q = \frac{W}{\tau} (sm^3 / sek) ; \quad g = \frac{Q}{\omega} (sm / sek) .$$

Bu erda W - quvurni o'lchovchi idishning hajmi (sm^3).

ω - suyuqlik ko'ndalang kesimining yuzasi.

2. Darsi-Vaysbah tenglamasi yordamida gidravlik qarshilik topiladi:

$$\lambda = \frac{2gHd}{Lv^2}$$

3. Agar olingan λ qiymati bir xil bo'lsa, unda oqim kvadratik zonada sodir bo'ladi va $\frac{d}{\Delta}$ qiymatini quyidagicha topamiz:

$$\frac{d}{\Delta} = 10^{\left(0,57 - \frac{1}{2\sqrt{\lambda}}\right)}$$

4. $\frac{d}{\Delta}$ va d qiymatlar orqali g'adirlikning ekvivalentligi topiladi.

Nazorat savollari

1. Ishdan maqsad.
2. Ishqalanish koeffitsienti λ ni Re soniga bog'liqligini tushintiring.
3. Quvur uzunligi bo'yicha Darsi-Vaysbah tenglamasini ifodalang.
4. Quvurning g'adirliqi bo'yicha Altshult, Nikuradze, tengamasi.
5. Quvurning kvadratik aralashgan zonasida Nikuradze tenglamasi.

13- LABORATORIYA ISHI

MAXALLIY QARSHILIK KOEFFITSIENTINI TAJRIBA YORDAMIDA ANIQLASH.

Ishdan maqsad

- 1.) Har xil suyuqlik sarfida tajriba yordamida mahalliy qarshilikda bosim yo'qotilishini aniqlash.
- 2.) Mahalliy qarshilik koeffitsienti ξ bilan Re soni orasidagi bog'lanishni o'rganish.
- 3.) ξ qiymatini nazariy yoki ma'lumotnoma qiymati bilan solishtirish.

Qisqacha nazariy ma'lumot

Quvurning qismlarida tezlikning kattaligi va yo'nalishi bo'yicha keskin o'zgarishga mahalliy qarshiliklar deb ataladi.

Mahalliy qarshiliklarga quvurga suyuqlikning kirishi, jumraklar, quvurning diametri o'zgarishi va boshqalar kiradi.

Mahalliy qarshiliklarda suyuqlik oqimi deformatsiyalanadi va bu oqimning ko'ndalang bo'yicha tarqalishini buzilishiga olib keladi ya'ni, suyuqlik uyurmalarini hosil etadi.

Oqimning deformatsiyalangan qismi mahalliy qarshilikdan keyin ham ancha joygacha davom etadi va sekinlik bilan tartibga tusha boshlaydi.

Mahalliy qarshilikda yo'qotilgan energiya Vaysbax tenglamasi yordamida hisoblanadi:

$$h_M = \xi \frac{g^2}{2g} \quad (13.1)$$

Bu erda ξ - mahalliy qarshilik koeffitsienti deb ataladi. Vaysbax tenglamasida suyuqlik tezligi v odatda mahalliy qarshilik qiymati qo'yiladi.

Tajriba uchastkasining tuzilishi

O'rganiladigan mahalliy qarshilik, 13.1- rasm tajribada qurilmasining shemasida, jumraklar (8) va jumrak (7) orasida o'rnatiladi.

Jumrak (1) holatiga qarab, biz suvni bosimli idish (3) dan yoki to'g'ri nasos (3) orqali berishimiz mumkin.

Mahalliy qarshilikdagi bosimlar farqi (mahalliy qarshilikkacha va undan so'ng) diametrlari d_1 , d_2 va uzunliklari l_1 , l_2 bo'lgan uchastkalarda differensial pezometrlar to'plami bilan o'lchashi mumkin (13.1 rasmga qarang).

Suyuqlikning sarfi oldingi ishlab kabi, hajmiy metod bilan o'lchanadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Jumrak (1) ocxiladi, jumrak (8) ni yopiq holatiga qo'yamiz. Jumrak yopiladi. Nasos yurgizilib bosim idishi (3) suv bilan to'latiladi.
2. Jumrak (1) ocxilib differensial pezometrda suyuqlik satxini yuqori qiymati hosil qilinadi.
3. Oqimi o'lchov idish (9) ga yo'naltirib suyuqlikning hajmi vaqt birligiga o'lchanadi.
4. Differensial pezometrlarning ko'rsatishi yozib olinadi.
5. Jumrak (8) yordamida suvning sarfi o'zgartirib olib, tajriba 3-4 marta qaytariladi.

Hisoblash metodi

Bernulli tenglamasi yordamida mahalliy qarshilikda yo'qotilgan bosimni (uzunlik bo'yicha yo'qotilgan bosim hisobga olinmaydi) topamiz.

$$\left(Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) - \left(Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right) = h_m \quad (13.2)$$

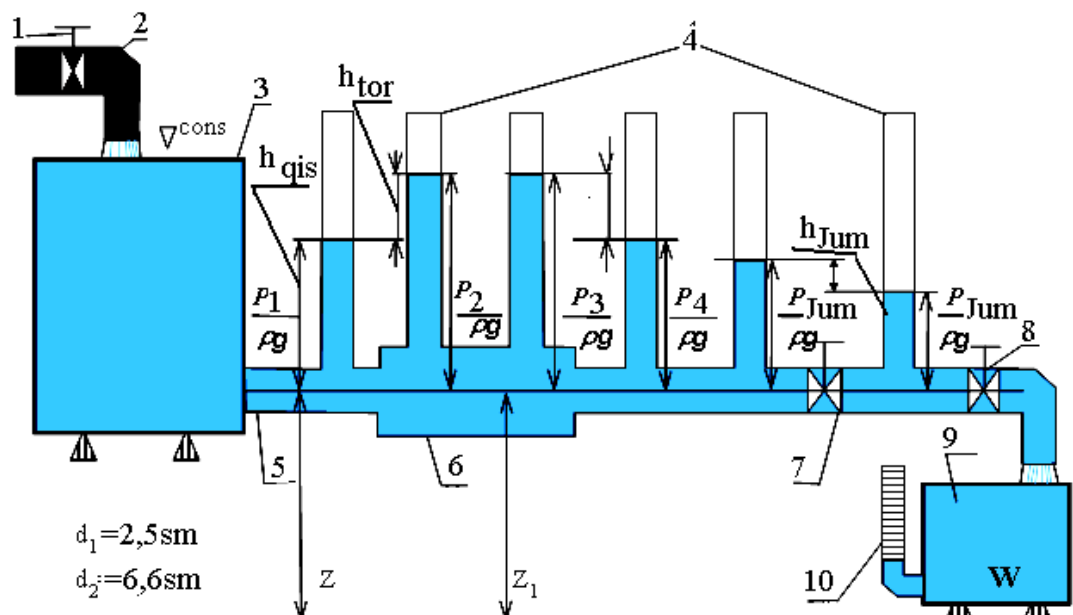
Bu tenglamani quyidagi ko'rinishda yozishimiz ham mumkin

$$h_m = (Z_1 - Z_2) + \frac{P_1 - P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2 - \alpha_2 v_2^2}{2g} \quad (13.3)$$

Bu erdan quvurning gorizontal uchastkasi uchun $Z_1 = Z_2$; pezometrik bosimlar farqi $\frac{P_1 - P_2}{\rho g}$ differensial pezometrlar yordamida o'lchanadi va h_{II} teng.

Olingan qiymatlar jadval (13.1-jadval) ga kiritiladi

13.1-Tajriba o'tkazish qurilmasining shemasi



1- jumrak nasos orqali suyuqlik beruvchi quvur; 2-quvur: 3-bosmli suyuqlik idish; 4-pezometrlar; 5-birinchi kesim; 6-ikkinchi kesim; 7.8-jumrak ; 9-o'lchov idishi; 10-suyuqlik sathni ko'rsatuvchi naycha. SHunday qilib h_M teng bo'ladi:

13.1-jadval

Mahalliy qarshilik	№	Xajm W sm^3	Vaqt t Sek	Sarf $Q = \frac{W}{t}$ $\text{sm}^3 \text{ sek}$	Mahalliy qarshilikgacha parametr						
					d_1 diametr	Kesim yuzi ω, cm^2	Kesimdagi Q_1^2 o'rt. tezlik	Kine- tik napor $\frac{g_1^2}{2g}$	Pezo- metrik napor $\frac{P}{\rho g}$	Geo- mtrik napor Z sm	Kesim to'liq napor H_1 sm
Jo'mrak	1										
	2										
	3										
Quvur kengayish joyi	1										
	2										
	3										
Quvur qisilish joyi	1										
	2										
	3										

$$h_m = h_{II} - h_{III} + \frac{\alpha_1 g_1^2 + \alpha_2 g_2^2}{2g} \text{ ga teng bo'ladi.} \quad (13.4)$$

SHunday qilib mahalliy qarshiliklarda bosim yo'qotilishini topish uchun suyuqlikning sarfini bilishimiz kerak, chunki suyuqliklarning tezligi uning sarfi orqali topiladi.

13.2-jadval

Mahalliy qarshilikdan keyingi parametr						Mahalliy	Tajribada	Nazariyda
diametr	Kesim yuzasi	Kesim dagi o'rtacha tezlik	Kinetik napor	Pezometrik napor	Kesim. to'liq napor	Yo'qotilgan napor	Mahalliy koe-t	Mahalliy koe-t
d_2	$\omega_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	g_2^2	$\frac{g_2^2}{2g}$	$\frac{P_2}{\rho g}$	H_2 , sm	$h_m = H_1 - H_2$	$\xi_1 = \frac{2g \cdot h_m}{g_1^2}$	$\xi_{2,naz} = \frac{2gh_m}{g_2^2}$

Hisoblash tartibi

1. Har bir o'lchov uchun suyuqlik sarfini topamiz:

$$1). Q = \frac{W}{\tau} (sm^3 / sek)$$

o'rtacha oqim tezligini topamiz.

$$2). g_1 = \frac{Q}{\omega_1};$$

$$3). g_2 = \frac{Q}{\omega_2} (sm / sek);$$

$$4). \omega_1 = \frac{\pi d_1^2}{4};$$

$$5). \omega_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} (sm^2).$$

2. Uchinchi tenglama yordamida mahalliy qarshilikda bosim yo'qotilishini aniqlaymiz.
3. Keskin kengayish mahalliy qarshiligi uchun h_M ning nazariy qiymati

$$h_m = \frac{(g_1^2 - g_2^2)}{2g} \quad (5)$$

4. Olingan natijalar jadvalga yoziladi.

Nazorat savollari

1. Ishdan maqsad.
2. Quvurdagi mahalliy qarshilik bo'yicha Darsi tenglamasi.
3. Mahalliy qarshiliklarning asosiy turlari.
4. Mahalliy qarshiliklarda Bernulli tenglamasining ifodalang.
5. Keskin kengayish va keskin torayishlarning farqini tushuntiring.

14- LABORATORIYA ISHI

SUYUQLIKLAR HARAKATIDA GIDRAVLIK PARAMETRLARNI ANIQLASH UCHUN UNIVERSAL QURILMA

Ishdan maqsad:

Tajriba asosida suyuqliklarning kinematik va dinamik parametrlarini laminar va turbulent rejimlarida aniqlash uchun yangi ihcham universal gidravlik qurilma yaratish.

Ma'lumki quvurda real suyuqlik harakatlanayotganda albatta ishqalanish kuchi hisobiga energiyaning yo'qotilishi kuzatiladi. Energiya yo'qotilishini e'tiborga oluvchi analitik bog'lanish bu Bernulli tenglamasidir. U quyidagi (14.1) formula ko'rinishga ega

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + \Sigma h \quad (14.1)$$

bu erda Z_1 , va Z_2, Z_3, Z_4 geometrik napor, sm.

$\frac{P_1}{\rho g}, \frac{P_2}{\rho g}$ – quvurni ikki kesimi orasidagi pezometrik napor,

sm. $\frac{v_1^2}{2g}, \frac{v_2^2}{2g}$ – ikki kesim orasidagi tezlik naponi sm. α – koriolis

koefitsienti bo'lib, laminar harakatga $\alpha = 2$, turbulent harakatga $\alpha = 1 \pm 1.75$ bo'lishi mumkin. Σh – uzunlik va mahalliy qarshiliklar hisobiga yo'qotilgan naporlar yig'indisi

$\Sigma h = h_{\text{e} \varnothing \text{e}} + h_{\text{i} \text{a} \varnothing}$ bu erda $h_{\text{e} \varnothing \text{e}}$ – quvur devorlari va suyuqlik zarrachalariga urilishidan hosil bo'lgan ishqalanishdagi uzunlik bo'yicha yo'qotilgan napor qiymati.

$h_{\text{i} \text{a} \varnothing}$ – suyuqlik quvurda harakatlanayotgan vaqtida oqim o'z strukturasini o'zgartirishda ya'ni mahalliy qarshiliklarda yo'qotilgan napor bularga sababchi: jumrak, suyuqlik sarfini boshqaruv (kran) qurilmasi, burilish, taqsimlanish va boshqalar. Quvurdagi bunday qismlarda ishqalanishdagi kuchlanish hosil bo'ladi. Ushbu kuchlanishdagi energiyaning engishda sarf bo'lgan napor yo'qotilishi ya'ni mahalliy qarshilikdagi napor yo'qotilishi.

Suyuqlik harakatida barcha gidravlik parametrlarni aniqlash uchun quyidagi universal qurilmani tavsiya qilamiz. (14.1-rasm). Qurilma eski Angren IES zavodi sharoitida yasalgan.

Ushbu tajriba qurilmasi laboratoriya sharoitiga mo'ljallangan bo'lib, uni ixchamligi tufayli bir joydan ikkinchi joyga ko'chirib qo'yish oson. Qurilmaga suvni maxsus idishdan (suv havzasidan) jumrak orqali to'ldiriladi hamda suv sarfini boshqarib turiladi. Qurilma turli uzunlikdagi uzun va qisqa quvurlardan hosil bo'lgan majmuani hosil qiladi. Quvurlar majmuasida diafragma 4 hamda boshqa mahalliy qarshilik hosil qiluvchi jumrak, tirsak, burilishlar, kengayish va keskin torayish qismlardan iborat.

Qurilma 60° , 90° hamda 120° li burchak ostida ulangan kalta quvurlar bilan ta'minlangan. Har bir kalta hamda uzun quvurlar differensial manometrlarga maxsus gidravlik hisoblash bilan ulangan. Qurilmani ishga tushirishda boshqaruvchi jumrak 11- ni sekin asta ochish bilan harakatga keltiriladi.

Agar jumrak -11 ni keskin ravishda ochib yuborsa suv differensial manometrlardan suv toshib ketadi. Suvni sarfi maxsus o'lchamga ega bo'lgan sig'im yordamida hamda 7-dif. manometr orqali kuzatib turiladi.

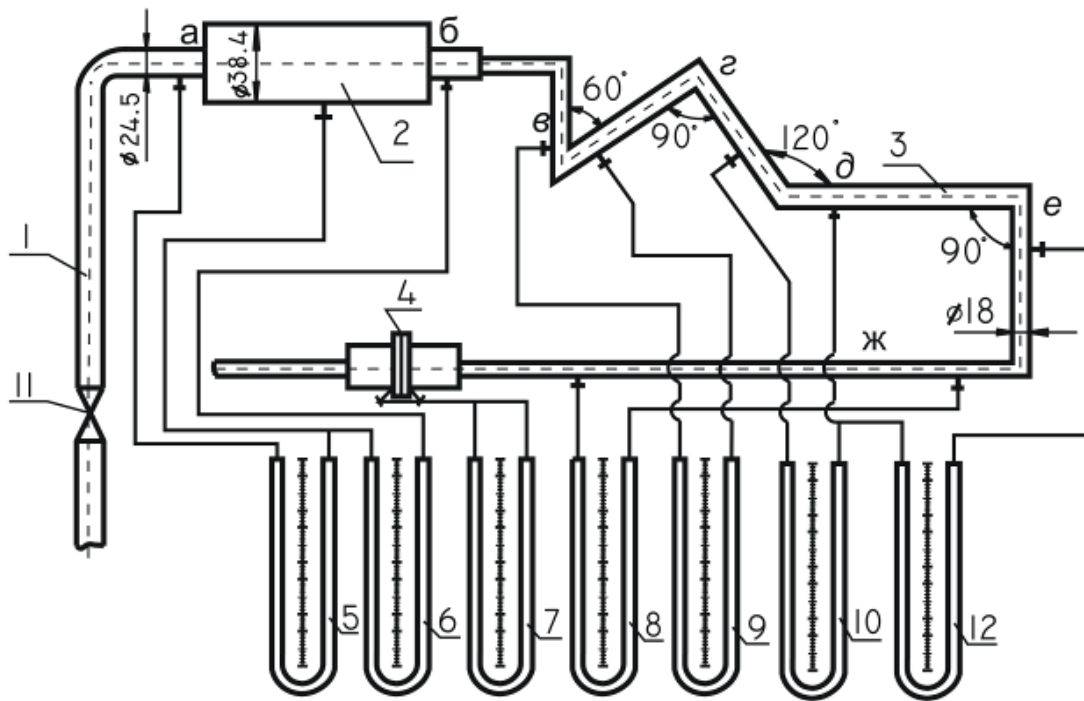
Differensial manometrlar 5,6,8,9,10 lar yordamida mavjud gidrodinamik jarayonni kuzatish va o'lchash mumkin.

Bulardan tashqari, laminar va turbulent harakat jarayonini, hayotda uchraydigan va mavjud bo'lgan mahalliy qarshilik hamda turli burchaklar bilan ulangan quvurlar majmuasidagi barcha gidravlik qarshilik hamda mahalliy qarshiliklardagi napor yo'qolishi va ulardagi gidravlik qarshilik koeffitsientlarini aniqlanadi. Barcha o'lchovlar maxsus jadvalda yozib boriladi. Har xil qiymatlardagi sarflar uchun to'rt yoki beshta o'lchovlar olinadi.

Quvurlardagi suyuqlik harakati davomida energiya yo'qolishi joylardagi napor yo'qolishi bilan kuzatiladi. Ular quyidagi (2) formula yordamida hisoblanadi:

$$h = \sum h_{e \rightarrow e} + \sum h_{i \rightarrow o} \quad (14.2)$$

bu erda $\sum h_{e \rightarrow e}$ - ishqalanish natijasida hosil bo'lgan naporlar yo'qolish yig'indisi:



14.1-rasm

Qurilmaning shemasi. 1-quvurning birinchi qismi, $d = 24,5$ mm; 2 – quvurning kengaygan joyi, $d = 38,4$ mm; a –keskin kengayish; b, v, g, d, e -burilishlar; j – to‘g‘ri qism, 3 – uchinchi qism, $d = 18$ mm; 4 - diafragma, $d = 9$ mm; 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 - diferensial manometrlar; 11 – jumrak .

$\Sigma h_{i \text{ } \grave{a} \grave{o}}$ – mahalliy qarshiliklardagi naporlar yo‘qolishi yig‘indisi. Mahalliy qarshilikda yo‘qolgan napor Veysbax formulasi (6.3) yordamida aniqlanadi.

$$h_{i \text{ } \grave{a} \grave{o}} = \xi \frac{g^2}{2g} \quad (14.3)$$

bu erda ξ – mahalliy qarshilik koefitsenti; g – oqimdagi o‘rtacha tezlik *sm/sek*. Quvur uzunligida yo‘qolgan napor Darsi-Veysbax formulasi (14.4) yordamida aniqlanadi:

$$h_{i \text{ } \grave{a} \grave{o}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{g^2}{2g} \quad (14.4)$$

bu erda λ – gidravlik ishqalanishdagi qarshilik koefitsenti.
 l, d – quvur uzunligi va diametri.
 Tajriba natijalariga ishlov berish yo‘l-yo‘riqlari uchun maxsus o‘quv qo‘llanmasi yozildi.

14.1-jadval

№	diametr	Xajm W sm^3	Vaqt t sek	Sarf $Q = \frac{W}{t}$ sm^3/sek	Kesim yuzi $\omega_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ cm^2	Kesimda- gi o'rta tezlik $\vartheta_1 = \frac{Q}{\omega_1}$	Kinetik napor $\frac{\vartheta_1^2}{2g}$	Pezo- metrik napor $\frac{P}{\rho g}$	Geo- mtrik napor Z sm	Kesim to'liq napor H_1 sm
1	D₁= 24 mm									
2										
3										
1	D₂= 38.4 mm									
2										
3										
1	D₃= 18 mm									
2										
3										
1	D₄= 9 mm									
2										
3										

14.2-jadval

№	diametr	Max. qar.	Ishqa. qar.	Ishqa va max. qar.yuq.energ.	Burilish burchaklarda R			
		$h_{i\dot{\alpha}\dot{\delta}} = \xi \frac{\vartheta^2}{2g}$	$h_{i\dot{\alpha}\dot{\delta}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{\vartheta^2}{2g}$	$h = \Sigma h_{e\theta\dot{e}} + \Sigma h_{i\dot{\alpha}\dot{\delta}}$	$\Sigma h = h_{e\theta\dot{e}} + h_{i\dot{\alpha}\dot{\delta}}$	90^0	120^0	60^0
1	D₁= 24 mm							
2								
3								
1	D₂= 38.4 mm							
2								
3								
1	D₃= 18 mm							
2								
3								
1	D₄= 9 mm							
2								
3								

Nazorat savollari

1. Ishdan maqsad.
2. Bernulli tenglamasini ifodalab bering.
3. Veysbax tenglamasini mahalliy qarshiliklarda yuqatilgan naporni ifodalang.
4. Darsi-Veysbax tenglamasini ishqalanish, qarshiliklarda ifodalang.
5. Har burilishdagi yuqotilgan naporlarni izoxlab bering.

15 – LABORATORIYA ISHI

QUVURLARNING KESKIN KENGAYISHIDA NAPORNING YO‘QOLISHINI ANIQLASH

Ishdan maqsad

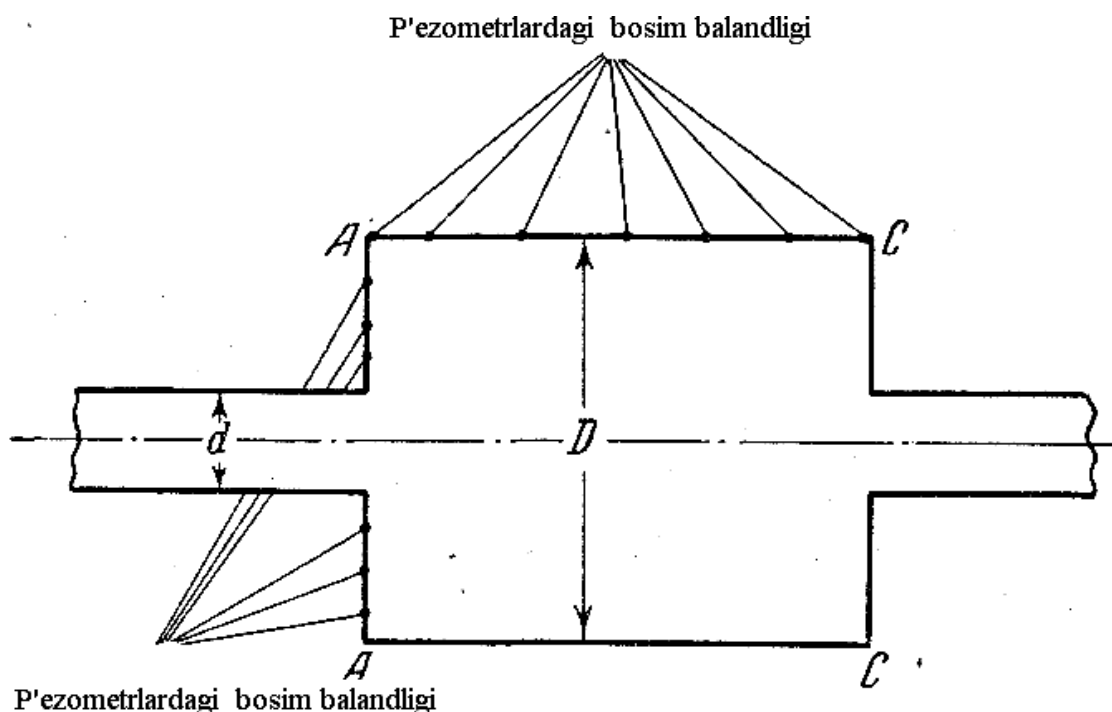
1. Quvurning keskin kengayishida naporning yo‘qolishini aniqlanish yo‘l yo‘riqlarini berish.
2. Tajribada Bord formulasidan foydalanishni o‘rgatish.
3. Mahalliy qarshilik haqida tushuncha berish.
4. Mahalliy qarshilik koeffitsientining formulasini berish.

Kerakli asbob va uskunalar

- 1) Keskin kengayishga ega bo‘lgan maxsus quvur; 2) pezometrlar; 3) sekundomer.

Qurilmaning bayoni

Quvur kichik diametrdan birdan keskin kengaygan katta diametrli quvurga ulangan.



15.1-rasm. Keskin kengayish quvurining tajriba qurilmasi

Quvur D diametrda AA va CC kesimlarda D diametrli asosiy quvurlarga ulangan. Quvur uzunligi $10 D$ dan kam bo‘lmasligi kerak. AA kesimdan keyin quvur devorlariga pezometrlarni o‘rnatish uchun shtutserlar qo‘yilgan. Shtutserlar soni AC devor bo‘ylab qo‘yilgan bo‘lib, ular $3 \div 4$ ta bo‘lishi mumkin. Bitta

pezometr asosiy kichik diametrli quvurga qo'yilib keskin kengayish va kesim joyga yaqin turadi.

Tajribani bajarish

1. Oldingi tajriba ishlariga o'hsab suyuqlikni quvurga haydaladi.

2. Bir xil o'zgaras holdagi suyuqlik sarflarida barcha pezometrlarni ko'rsatkichlari yozib olinadi.

3. Kuzatuvlar, besh olti turli miqdordagi sarflarda bajariladi.

Hisoblash tartibi

1. Tezlikni keskin kengaygan holdagi o'zgarishidagi yo'qotilgan napor quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

15.1-jadval

t.t №	Suyuqlik sarfi, $Q = \frac{W}{t}$	Quvudagi o'rtacha tezlik $g_1 = \frac{Q}{\omega_1}$	Reynolds soni $Re = \frac{gd}{\nu}$	Kengayish qismidagi o'rtacha tezlik, $g = \frac{Q}{\omega}$
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

$$\Delta h = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right) \frac{g^2}{2g} \quad (15.1)$$

bunda ω_1 va ω_2 – asosiy quvur va kengaygan quvurlarning ko'ndalang kesimlari; g – o'rtacha tezlik.

2. AA va CC kesimlardagi pezometrik bosimlarni o'zgarish grafigi chiziladi.

3. Asosiy quvurdagi pezometr ko'rsatkichi bilan AA kesimdan 4÷5 D uzunlikdagi kengaygan quvurdagi pezometrlar ko'rsatkichi farqlari, ya'ni N – naporni yo'qolishi aniqlanadi.

15.2-jadval

Pezometrlar ko'rsatkichi				Napor yo'qolishi		CHetlashuv	Mahalliy qarshilik koeffitsienti, ξ
h_1	h_2	h_3	h_4	Hisoblangan H	Tajribada, H_0		

4. H_0 – yo'qotilgan naporni Q sarf va Reynolds

$Re = \frac{\rho \cdot d}{\nu}$ sarflari orasidagi bog'lanish grafigi chiziladi.

5. Mahalliy qarshilik koeffitsienti ξ Bord formulasi yordamida aniqlanadi.

$$\xi = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2 \quad (15.2)$$

6. Barcha kuzatuvdagi hisoblash va o'lchovlar 14.1 va 14.2-jadvallarga yozib boriladi.

Nazorat savollari

1. Ishdan maqsad.
2. Keskin kengayishda qanday hollar mavjud.
3. Borda formulasi nimani hisoblaydi.
4. Mahalliy qarshilik koeffitsienti qanday aniqlanadi.

16- LABORATORIYA ISHI

TAJIRIBA YO‘LI BILAN VENTURI SARF O‘LCHAGICHINI DOIMIYSINI ANIQLASH

Ishdan maqsad

1. Suyuqlikni tajriba yo‘li bilan Venturi sarf o‘lchagichini tekshirish.
2. Suv o‘lchash doimiysini aniqlash.

Qisqacha nazariy ma‘lumot

Venturi sarf o‘lchagichi maxsus quvurdan suyuqlik o‘tishiga asoslangan bo‘lib, tuzilishi sodda va harakatlanuvchi qismlari yo‘qdir (15.1 rasmga qarang). Bu asbob talabga qarab vertikal yoki gorizontal joylashtiriladi. Tajriba uchastkasida bu asbob gorizontal ulangan holdagisini ko‘ramiz.

Venturi suyuqlik o‘lchagichi ikkita bir xil d_1 diametrli 1 va 2 quvur bo‘laklaridan tashkil topgan bo‘lib, ular 2 va 3 diffuzorlar hamda kichik d_2 diametrli quvur bo‘lagi orqali tutashtirilgandir. Uning 1-1 va 2-2 kesimlariga pezometrik naychalar o‘rnatilgan bo‘lib, ular shu kesimlardagi bosimlar farqi h ni ko‘rsatadi. Quvur gorizontal bo‘lgani uchun $(z_1 - z_2)$, 1-1 va 2-2 kesimlarga Bernulli tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{g_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} = \frac{g_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g}; \quad (16.1)$$

$$\frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g} = \frac{g_2^2}{2g} - \frac{g_1^2}{2g}; \quad (16.2)$$

Lekin,

$$\frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g} = h; \quad (16.3)$$

bo‘lgani uchun,

$$h = \frac{g_2^2}{2g} - \frac{g_1^2}{2g}. \quad (16.4)$$

Tajriba qurimasining tuzilishi

Bu tajribada uchastkamiz ham yuqorida o‘tilgan, tajriba uchastkalariga o‘hshab kerakli bo‘lgan ko‘rsatkichlardan iborat.

Tajriba yo‘li bilan Venturi sarf o‘lchagichining doimiysini aniqlash (8) jumrak tajriba uchastkasi (5) orasida o‘rnatiladi. Jumrak (8) holatiga qarab, biz suyuqlik bosimli idish (1) dan yoki nasos (7) orqali berishimiz mumkin. Venturi sarf o‘lchagichining doimiysi, pezometrik bosimlar farqi diametri d_1 va d_2 quvurlari o‘lchab olib, jadvalga yozib qo‘yiladi.

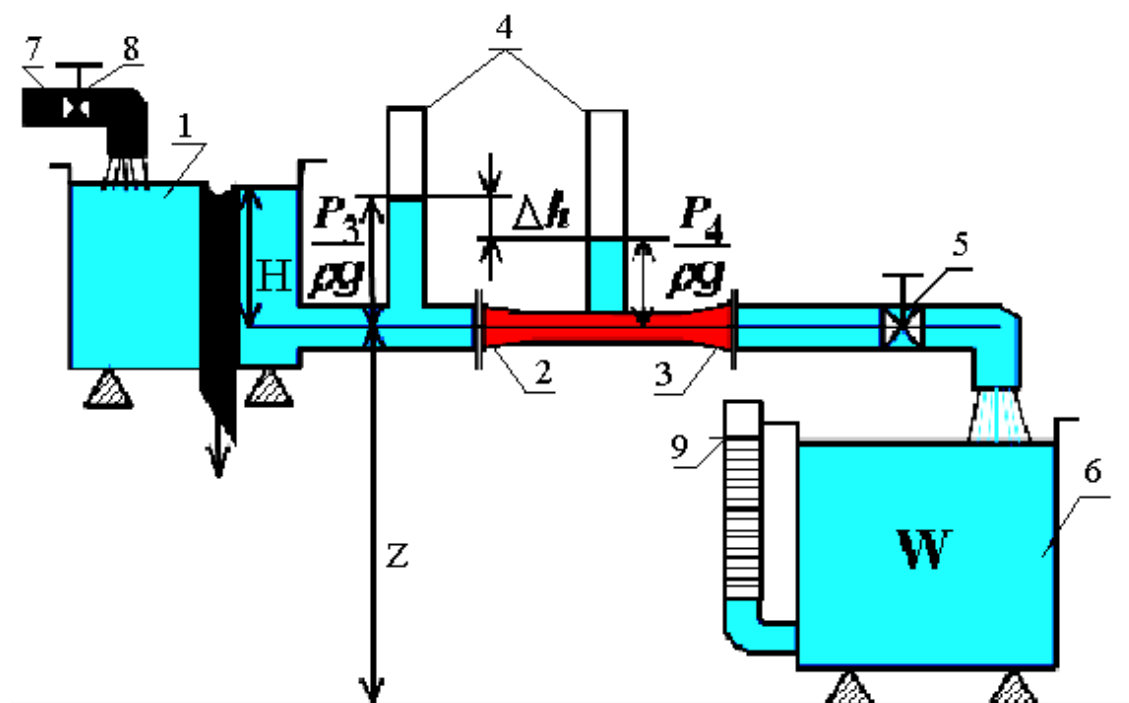
Hisoblash tartibi va qo‘llaniladigan tenglamalar.

$$1. Q = \frac{W}{t}; \quad \text{bu erda: } 1 \text{ litr} = 1000 \text{ sm}^3$$

$$2. \Delta h = h_3 - h_4; \quad \text{bu erda: } h_3 = \frac{P_3}{\rho g}; \quad h_4 = \frac{P_4}{\rho g};$$

$$3. C_0 = \frac{Q}{\sqrt{\Delta h}};$$

16.1-rasm. Tajriba o‘tkazish qurilmasining shemasi



1-o‘zgarmas suyuqlik bosim idishi ($N=\text{const}$); 2,3-venturi sarf o‘lchagichi; 4- pezometrlar; 5-jumrak ; 6-suyuqlik sarfini o‘lchov idishi; 7-nasos orqali suyuqlik uzatuvchi quvur; 8-jumrak ; 9-suyuqlik hajmini ko‘rsatuvchi darajalangan shisha naycha;

16.1- jadval

tt №	Hajm W sm^3	Vaqt t sek	Sarf Q sm^3/sek	Kesimdagi pezometrik napor		Yo'qolgan energiya Δh	$\sqrt{\Delta h}$ sm	Suv o'lchagich doimiysi $C_0 = \frac{Q}{\sqrt{\Delta h}}$
				$h_3 = \frac{P_3}{\rho g}$	$h_4 = \frac{P_4}{\rho g}$			
1								
2								
3								
4								
5.								
6.								

Ishni bajarish tartibi

1. Jumrak (8) ocxiladi suyuqlik bosimli idish o'zgaras holda keltirildi. Jumrak (5) ni yopiq holda qo'yamiz. Pezometrlarda suyuqlik satxini yuqori qiymatlari hosil bo'ladi.
2. Suyuqlik oqimini o'lchov idish (6) yo'naltirib suyuqlikni hajmi vaqt birligiga o'lchab olinadi.
3. Pezometr ko'rsatkichlari jadvalga yozib qo'yiladi.
4. Jumrak (5) yordamida suyuqlikning sarfi o'zgartirilib tajriba 3-4 marta qaytariladi.
5. Olingan qiymatlar 8.1- jadvalga yozib qo'yildi.

Hisoblash metodi

Tajriba uchastkamiz gorizontall joylashgan bo'lgani uchun Bernulli tenglamasidan foydalanamiz:

$$\frac{g_1^2}{2g} + \frac{P_3}{\rho g} = \frac{g_2^2}{2g} + \frac{P_4}{\rho g} \quad \text{bunda} \quad \frac{P_3}{\rho g} - \frac{P_4}{\rho g} = \frac{g_2^2}{2g} - \frac{g_1^2}{2g}; \quad (16.5)$$

$$\text{Lekin} \quad \frac{P_3}{\rho g} - \frac{P_4}{\rho g} = h \quad \text{bo'lgani uchun} \quad h = \frac{g_2^2}{2g} - \frac{g_1^2}{2g}; \quad (16.6)$$

$$1). \quad Q = \frac{W}{\tau}; \quad \text{bu erda: } 1 \text{ litr} = 1000 \text{ sm}^3$$

$$2). \quad \Delta h = h_3 - h_4;$$

bu erda:

$$3). \quad h_3 = \frac{P_3}{\rho g};$$

$$4). \quad h_4 = \frac{P_4}{\rho g};$$

$$5). \quad C_0 = \frac{Q}{\sqrt{\Delta h}};$$

Nazorat savollari

1. Ishdan maqsad.
2. Venturi saplosi haqida tushuncha bering.
3. Suyuqlikning doymisini tushuntirib bering.
4. Ikkita kesimlar farqini tushuntiring.

GIDROMASHINALAR

1. Umumiy tushuncha

Hozirgi zamon sugʻorish tizimini, kimyo sanoatini, qishloq xoʻjaligi sanoatini va texnikasining bir qancha sohalarini nasoslar, kompressorlar, gidrouzatmalar va boshqa gidromashinalarsiz tasavvur qilib boʻlmaydi.

Gidromashinalar – mexanik harakatni suyuqlik harakatiga yoki suyuqlikning harakatini mexanik harakatga aylantirib beruvchi qurilmalardir. Ular mexanik energiyani suyuqlik energiyasiga aylantirib gidrotizimni harakatga keltiradi. Bu energiya yordamida suyuqlikni kerakli balandlikka etkazib beradi.

Gidromashinalarning yuritmalar deb ataluvchi turlarida esa mexanik harakat avval suyuqlikning harakatiga aylantirilib, soʻngra yana mexanik harakatga aylantiriladi. Bu qurilmalar oʻziga hos maxsus qismlardan tashkil topgan boʻladi. Ushbu risolada gidromashinalarning maxsus turlaridan markazdan qochma, shesterniyali va porshenli nasoslar hamda gidropnevmo-yuritmalar haqida soʻz yuritiladi.

2. Nasosning asosiy parametrlari

Nasosning manometrik nabori H_m – bu nasosdagi suyuqlikning toʻliq solishtirma mexanik energiyasining oʻzgarishiga teng.

Toʻliq solishtirma energiyaning Bernulli tenglamasida qatnashayotgan uchta yigʻindi orqali quyidagicha yoziladi:

$$H_m = \left(z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right) - \left(z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) \quad (1)$$

bunda p_2 – nasosdan chiqayotgandagi quvurdagi suyuqlik bosimi; p_1 – esa nasosga kirishdagi yoki soʻrish quvuridagi bosim; z_2, z_1 – nasosdan chiqish va kirish kesimi oʻgirlik markazining geometrik balandliklari.

(1) formuladagi asosiy yigʻindida, H_p – pezometrik balandlikni ayirmasi $\frac{p_2 - p_1}{\rho g}$; $\left(\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right)$ – tezlik bosim ayirmasi soʻruvchi va haydovchi quvurlar diametrik bir xil boʻlganda kichik miqdor boʻladi. SHuning uchun ham nasosning bosimi suyuqlikni koʻtarish

hamda soʻrish va haydash quvurlaridagi qarshilikni engishga sarf boʻladi. Agar soʻruvchi va haydovchi quvurlar diametrlari har xil boʻlsa, past bosimli nasoslarda H_m ni aniqlashda tezlik naporini ayirmasi uchun tuzatgich koeffitsient kiritiladi. Bu koeffitsient sarf kvadratiga proporsional koeffitsient $H_m = CQ_n^2$ ga teng.

Q_n – suyuqlik miqdori nasos yordamida bosim quvuriga bir birlik vaqtdagi uzatilanayotgan hajmiy sarfni belgilaydi.

Nasosning foydali quvvati:

$$N_{foy} = \rho g Q_n H_m \quad (2)$$

Bu quvvat bir birlik vaqt ichida suyuqlikni nasos orqali bergan energiyasi. Nasosning valdagi quvvati N_{val} – bu dvigatel orqali rivojlangan quvvat boʻlib u quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$N_{val} = N_{dv} = M \omega = \frac{M \cdot \pi \cdot n}{30} \quad (3)$$

bunda M – dvigatel nasos valiga berilayotgan moment; ω , n – burchak tezligi va dvigatel nasos valini aylanish chastotasi, η – foydali ish koeffitsienti (F.I.K) boʻlib, nasosda boʻlgan energiyaning yoʻqolishi miqdorini bildiradi, u foydali quvvatning N_{foy} isteʼmoldagi nasosning vali quvvati N_{val} nisbatiga teng:

$$\eta = \frac{N_{foy}}{N_{val}} = \frac{Q_n \rho g H_m}{M \omega} \quad (4)$$

Isteʼmoldagi nasosda yoʻqolgan energiya uchta qismga boʻlinadi:

1. Nasos ichida harakatlanayotgan suyuqlikning gidravlik qarshilikni engishdagi gidravlik yoʻqolish;
2. Nasos ichida suyuqlikning sirkulyatsiya qilishda, oqib yoki sizib ketishidagi hajmiy yoʻqolish;
3. Podshipniklarni joylashuvi va zichlashuidagi ishqalanishdagi ishqalanish kuchi orqali mexanik yoʻqolish.

Yuqoridagi yoʻqolishlarni hisobga olib, toʻliq F.I.K topiladi, u quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\eta = \eta_g \cdot \eta_h \cdot \eta_m \quad (5)$$

bunda η_g, η_x, η_m – gidravlik, hajmiy va mexanik yo‘qolishlardagi F.I.K. lari. Hisoblashdan tashqari nasos hususiyatini bilishda uni ishchi tavsifini ham o‘rganiladi, ular quyidagi bog‘lanishlar orqali aniqlanadi:

$$H_n = f(Q_n); \eta = f(Q_n); N_n = f(Q_n); \eta = f(H_n)$$

yuqoridagi bog‘lanishlar valning $n = \text{const}$ o‘zgarmas chastotasi orqali grafiklar tuziladi.

Nazorat savollari

1. Ishdan maqsad.
2. Gidromashinalar haqida umumiy tushunchalar bering.
3. Gidravlik, xajmiy va mexanik yuqatishlarni F.I.K. ni izoxlab bering.
4. Iste’moldagi nasoslarning necha qismga bo‘linishini tushintirib bering.

17 – LABORATORIYA ISHI

MARKAZDAN QOCHMA NASOSNI TAJRIBADA SINASH

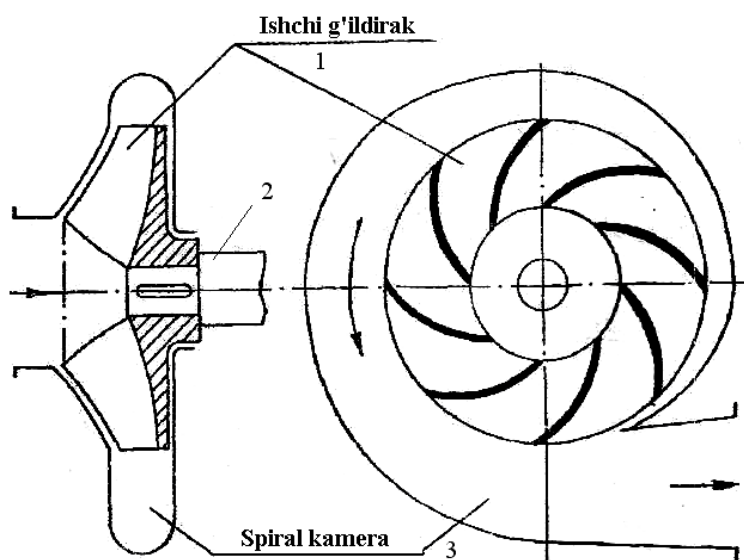
Umumiy ma'lumotlar

Markazdan qochma nasoslar kurakli nasoslar turiga kiradi.

Markazdan qochma nasoslarda suyuqlikka energiya nasos korpusida aylanuvchi ishchi g'ildiragi kuraklari yordamida beriladi. Bunda parraklar orasidagi suyuqlik zarrachasi markazdan qochma kuch ta'sirida nasos kamerasiga intiladi. Bunday harakat natijasida ishchi g'ildiragi markazida bosim kamayib, ta'minlovchi idishdagi suyuqlik so'rish quvuri orqali ko'tariladi va ishchi g'ildirak kuraklari orasidan chiqib ketgan suyuqlik o'rniga yangi suyuqlik keladi.

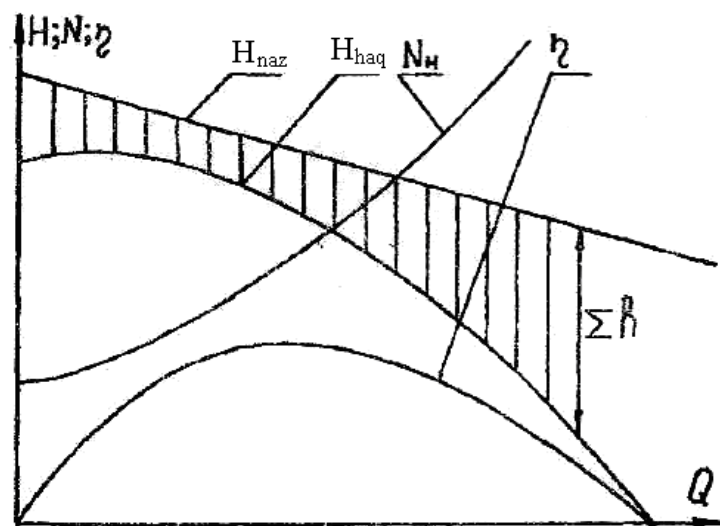
Markazdan qochma kuch ta'sirida ishchi g'ildirakdan o'tilib chiqayotgan suyuqlik spiral kameraning diffuzor qismiga o'tganda kinetik energiyaning bir qismi potensial energiyaga aylanadi va suyuqlik bosimli quvurga ko'tariladi.

Markazdan qochma nasosning konstruktiv tuzilishi 9.1-rasmda keltirilgan. Uning ishchi tavsifi 9.2-rasmda berilgan.



17.1-rasm. Markazdan qochma nasosning konstruktiv tuzilishi

Ma'lum kuraklar soniga ega bo'lgan nasos bosimining nazariy qiymati H_{naz} o'zgarishi sarf Q_{naz} o'zgarishi orqali ifodalangan.



17.2-rasm. Markazdan qochma nasosning ishchi tavsifi

Bundan to'g'ri chiziq shu bosim o'zgarishini beradi. Haqiqiy napor H_{haq} nazariy napor H_{naz} dan kichik bo'lib, nasosda yo'qotilgan napor – $\sum h$ qiymatini ayirmasiga teng, ya'ni:

$$H_{haq} = H_{naz} - \sum h \quad (17.1)$$

formulaga asosan nasosning to'liq F.I.K. η ikki marta nol qiymatni oladi.

Nasoslardan foydalanishda turli aylanish sonlari uchun umumlashtirilgan va universal tavsifi deb ataluvchi $Q - H$ tavsifidan foydalaniladi.

Bunday tavsifni hosil qilishda turli aylanish sonlari $(n_1, n_2, n_3, \dots, n_n)$ uchun $Q - H$ tavsifi tuziladi. So'ngra bu tavsiflarda biror F.I.K ga tegishli nuqtalarni ajratiladi. Bunda bitta F.I.K ning qiymati uchun ikkita bosim miqdori to'g'ri keladi. Bu nuqtalarni tutash chiziq bilan birlashtiriladi. SHu ishni bir qancha F.I.K $(\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots, \eta_n)$ uchun takrorlab, bir qancha tutash chiziqlari olinadi. Bu chiziqlar bilan chegaralangan sohada F.I.K chiziqdagi qiymatidan kichik bo'lmaydi. Bunday usulda F.I.K ni aniqlash ancha murakkab jarayon hisoblanadi. SHuning uchun, amaliyotda eksperiment usulda ishchi tavsifi aniqlanadi. Bu shunday usulki unda valning o'zgarmas chastotali aylanishida nasosga ulangan quvurning o'zgaruvchi qarsxiligiga ega bo'lgan

holatda sinovdan o'tkaziladi. Quvvur qarsxiligini o'zgarishi jumrak ni ocxilish darajasiga qarab belgilanadi.

Agar markazdan qochma nasosning ishchi tavsifini ma'lum bo'lgan n_1 chastotali valdan boshqa n_2 chastotada aniqlanadigan bo'lsa, markazdan qochma nasos rejimini o'rganish uchun ishlatiladigan o'xshashlik nazariyasiga asoslangan formulalardan foydalaniladi. Bu formulalar bosim va foydali quvvat, sarf orqali ifodalanadi.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2} ; \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 ; \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3 \quad (17.2)$$

Bu bog'lanishlarni qo'llanilayotganda F.I.K η – o'zgarmas holda bo'ladi.

Ishdan maqsad

1. Markazdan qochma nasosning konstruksiyasi ishlash negizi va elektrodvigatelga ulanish shemasi bilan tanishish.
2. Nasosning ish tavsiflarini tajribada olish.

Qisqacha nazariy ma'lumot

Ishlash negiziga ko'ra markazdan qochma nasoslar kurakli (dinamik) nasoslar guruhiga kiradi. Ish g'ildirak markazdan qochma nasosning asosiy qismini tashkil qilib, uning tuzilishiga mos bo'ladi. Bu nasosda ish g'ildirak egri chiziqli kuraklar tizimidan iborat bo'lib, bir tomondan ular ichki diskka mahkamlangan, ikkinchi tomonidan tashqi disk bilan yopilgan bo'ladi.

Ichki disk ish g'ildiragi shtogi bilan birga tayyorlanib valiga o'rnatish uchun teshik qilinadi. Ish g'ildirak valga o'rnatilgandan so'ng elektrodvigatelga ulanadi va harakatga keltiriladi.

Bunda suyuqlik bilan egri chiziqli kuraklarning o'zaro ta'siri natijasida suyuqliklarning bosimini solishtirma energiyasi ko'payadi.

Naporning ko‘payishi ham kinetik $\frac{g^2}{2g}$ ham bosim energiyasi $\frac{p}{\rho g}$ hisobiga bo‘ladi, chunki bunda ish g‘ildiragining mexanik energiyasi suyuqlik-gidravlik energiyaga aylanadi.

Nasos ishchi g‘ildirak (1), val (2) va spiral kamera (3) dan tashkil topgan. So‘rish quvuri (8.1-rasm) orqali ta‘minlovchi idishdan ko‘tarilgan suyuqlik kameraning o‘rta qismiga kiradi. So‘ngra val (2) orqali harakatga keltiriluvchi ish g‘ildiragi (1) ning kuraklari orasidan o‘tib, nasos kamerasi (3) ga tushadi. Bu erda markazdan qochma kuch ta‘sirida hosil bo‘lgan bosim suyuqlikni haydash quvuriga siqib chiqaradi. Suyuqlikning haydash quvurida ma‘lum kattalikdagi teshik orqali oqishini ta‘minlovchi yo‘nal-tiruvchi apparat va diffuzor kabi bir qancha maxsus moslamalardan foydalaniladi.

Markazdan qochma nasoslar halq ho‘jaligining hamma sohalarida ishlatiladi. Nasosda ish g‘ildiragining suyuqlikka beradigan energiyasi kattaligi bosim orqali o‘lchanadi.

Nasosning bosimi deb nasosdan chiqadigan E_s va unga kirishdagi E_h to‘liq solishtirma enerngiyalar farqiga aytiladi:

$$H = E_s - E_h$$

bunda E_s , E_h – so‘rish va haydash quvurlaridagi energiya.

Nasosning unumdorligi yoki sarfi Q deb, uning vaqt birligida haydash quvuriga berilgan suyuqlik miqdoriga aytiladi.

Nasosning foydali quvvati:

$$N_f = \frac{\gamma Q H}{102}, [\text{kBt}] \quad (17.3)$$

bunda: Q – nasosning unumdorligi; H – nasosning bosimi; γ – suyuqlikning hajmiy og‘irligi.

Nasos sarflagan quvvat:

$$N_{sarf} = \frac{N_f}{\eta_t} = \frac{\gamma Q H}{102 \eta_t} \quad (17.4)$$

bunda η_t – nasosning to‘liq foydali ish ko‘effitsienti bo‘lib, mexanik η_m gidravlik η_g hajmiy η_h foydali ish ko‘effitsientlari ko‘paytmasiga teng bo‘ladi.

$$\eta_t = \eta_m \eta_g \eta_h$$

Nasosda sarflangan foydali ish ko‘effitsienti η_t foydali quvvatning sarflangan quvvatga nisbatidan ham topiladi:

$$\eta_t = \frac{N_f}{N_{sarf}} \quad (17.5)$$

Tajriba qurilmasining tuzilishi

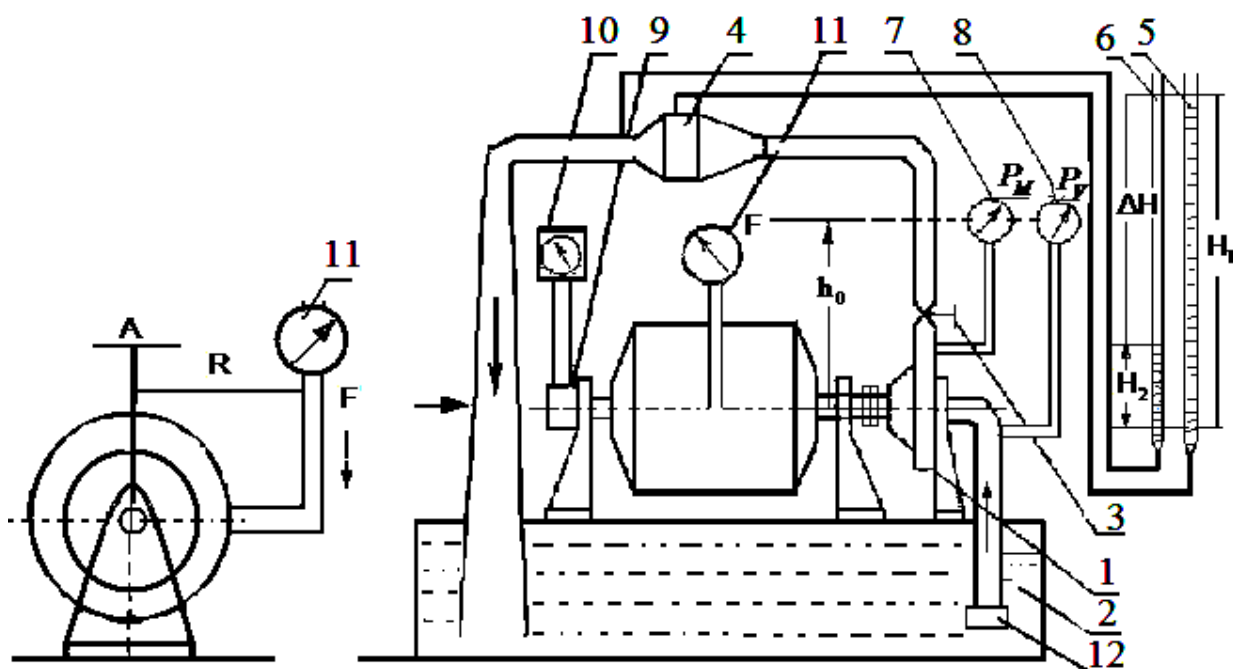
Tajriba qurilmasi shemasi 9.3-rasmda keltirilgan.

Tajriba bajarilgan o‘quv stendi nasos agregatidan xili 2x-6 sinxron elektrodvigatel, so‘rish (2) va haydash quvuri (3) qabul qiluvchi idish (2) bosim o‘lchash asboblari vakuummetr P_v (8) va manometr P_m (7) lardan tashkil to‘gan. Sarfni o‘lchashda o‘lchov asbobi (4) o‘rnatilgan. Haydovchi quvurda rostlovchi jumrak (3) o‘rnatilgan.

Sinalayotgan markazdan qochma nasos (1) elektrodvigatel (11) orqali harakatga kelib suyuqlik bilan ta‘minlangan idish (2) bilan quvurlar orqali ulangan yopiq bir tizimni tashkil qiladi. Bu tizimga jumrak (3) o‘rnatilgan va suyuqlik sarfini o‘lchovchi sarf o‘lchagich asbob (4) mahkamlangan. Sarf o‘lchagichdagi sarf miqdori quyidagi formula yordamida topiladi.

$$Q_n = C_1 \sqrt{\Delta H} \quad (17.6)$$

bunda ΔH – pezometrlar (5) va (6) dagi ko‘rsatkichlar ayirmasi; C_1 – shu sarf o‘lchagich uchun berilgan o‘zgarmas son. Bosim (P_m) nasosdan chiqishda manometr (7) bilan aniqlanadi. Kirish qismidagi bosim (H_{vak}) vakuummetr (8) yordamida aniqlanadi. Valning n aylanish chastotasi taxogenerator (9) yordamida aniqlanadi, undagi signal ampermetr (10) yordamida hisoblanadi.



17.3 rasm. Tajriba qurilmasining shemasi

Nasos yordamida hosil qilingan bosimni aniqlashda so‘ruvchi va haydovchi quvurlarda sodir bo‘ladigan tezlik naporlar ayirmasi

$\left(\frac{\alpha_2 v_2^2 - \alpha_1 v_1^2}{2g} \right)$ ni e‘tiborga olishga to‘g‘ri keladi. Ma‘lumki, so‘rish va haydash quvurlaridagi harakat rejimi turbulent bo‘lganligi uchun $\alpha_2 = \alpha_1 = 1$ deb qabul qilinadi. Bu farqni hisobga olinishi shundan iboratki, so‘rish va haydash quvurlarini bir-biriga o‘tishida tekshiruvdagi nasos uchun diametrlari har xil.

Aylantirish momenti M bo‘lgan valni o‘lchashda statorni podshipnikka o‘rnatilgan qismida birlashtirilgan dinamometr (11) yordamida aniqlanadi. Bunda richakka ta‘sir etuvchi F kuchni va elka R ga teng deb olinadi. SHunday qilib F kuchni va elka R ni bilgan holda aylantirish momenti quyidagicha aniqlanadi:

$$M = F \cdot R \quad (17.7)$$

Markazdan qochma nasosni ishga tushirishdan oldin quyidagi qoidaga amal qilinadi. Oldindan nasos va so‘ruvchi quvur suyuqlik bilan to‘ldiriladi (suyuqlik chiqib ketmaslik uchun qarshi yopqich (12) bilan berkitiladi). Undan keyin nasosni (3) jo‘mrangi berkitilgan holatda ishga tushiriladi, shunda nasosni minimal quvvati saqlanadi.

SHundan keyin jumrak sekin asta ocxiladi. Bu holda sarf $Q_n = 0$ dan $Q_n = Q_{\max}$ gacha ko'tarilinadi ($Q_n = 0$ holatda kran yopiq, $Q_n = Q_{\max}$ da jumrak ocxiladi). Jumrak (3) ni ma'lum miqdorda ochish bilan manometr (7) (p_m) ko'rsatkichi va vakuummetr (8) (H_{vak}) dinamometr (11) (F) va pezometrlar (5) va (6) (H_1 va H_2) ko'rsatkichlari qiymatlari belgilanadi.

Markazdan qochma nasosni sinash vaqtida 6-8 dagi belgilangan qiymatlardagi $Q_n = 0$ miqdori o'lchaniladi, u jumrak (3) ni qanday ocxilishiga bog'liq.

Tajribaga ishlov berish

Nasos sarfini quyidagi formula yordamida topiladi:

$$Q_n = C_1 (H_1 - H_2)$$

bunda C_1 – sarf o'lchagichining doimiy soni.

Markazdan qochma nasos uchun to'liq napor (1) formula yordamida hisoblanadi. Bundan bosim p_m va H_{vak} vakuummetrdagi o'lchovlar e'tiborga olinadi (bunda bosim o'lchamlariga, o'lchov birliklarga ahamiyat beriladi).

YUqorida aytilgandek tezliklar farqi uchun nasosdan kirish va chiqishda bo'lgan tuzatuvchi kattalik $C_2 Q_n^2$ e'tiborga olinadi.

Berilgan nasos uchun o'zgarmas son C_2 quyidagicha topiladi:

$$C_2 = \frac{8}{\pi^2 g} \left(\frac{1}{d_2^2} - \frac{1}{d_1^2} \right)$$

bunda d_2 , d_1 – nasos tizimidagi haydovchi va so'ruvchi quvurlar diametrlaridir.

SHunday qilib to'liq naporni hisoblash formulasi quyidagacha bo'ladi:

$$H_n = \frac{p_m}{\rho g} + H_{vak} + C_2 Q_n^2$$

Nasosning foydali quvvati N_n (2) formula yordamida va talab qilingan quvvat N_{tal} (3) formulalar yordamida hisoblanadi. (4) formula orqali to'liq F.I.K η hisoblanib, quyidagi bog'lanishlarni topamiz:

$$H_n = f(Q_n); \eta = f(Q_n); N_{dv} = f(Q_n)$$

Bu funksiyalarning grafiklari ko'rinishi taxminan 17.2-rasmdagidek bo'lishi mumkin.

Tajriba natijalarini hisoblash tartibi

1. Nasosning to'liq nabori

$$H = H_{vak} + H_{man} + \frac{g_2^2 - g_1^2}{2g}$$

$$g = \frac{Q}{\omega}; \omega = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$H_{vak} = \gamma \cdot p_{vak}; H_{man} = \gamma \cdot p_{man}$$

2. Nasosning foydali quvvati

$$N = \frac{\gamma Q H}{102}$$

3. Nasosning foydali ish koeffitsienti

$$\eta_{nas} = \frac{N_n}{N_{el.dv}}$$

Tajriba vaqtida aniqlangan parametrlar quyidagi 17.1-jadvalga yozib boriladi.

17.1-jadval

№	Asboblarni ko'rsatgichi				Δh	O'zgarmas kattaliklar
	Vakuum-metr	Mano-metr	Vatt-metr	Sarf o'lchagich		

	p_{vak}	p_{man}	$N_{el.dv}$	Q		$d_1 = d_2 =$ $= sm$
	kg.k/sm ²	kg.k/sm ²	kVt	m ³ /sek	m	
1.						
2.						
3.						
4.						

Hisoblash natijalari esa quyidagi 9.2-jadvalda belgilanadi.

17.2-jadval

№	Tezliklar		Naporlar		Nasos nabori	Nasos quvvati	Nasos FIKi
	g_1	g_2	H_{vak}	H_{man}	H	N_n	η_n
1.							
2.							
3.							
4.							

Olingan barcha natijalar orqali 17.2-rasmda berilgan grafik namunasida ko‘rsatilgandek grafik chiziladi.

Nazorat savollari

1. Markazdan qochma nasos haqida tushuntiring.
2. Nasosning ishlash printsipini gapirib bering.
3. Nasos parametrlarini izohlang.
4. Foydali quvvat qanday parametrlarga bog‘liq.
5. F.I.K qaysi formula yordamida aniqlanadi?

18 – LABORATORIYA ISHI

HAJMIY NASOSNI TAJRIBADA SINASH

Ishdan maqsad

1. Hajmiy nasosning ishlash prinsipi, konstruksiyasi va ishlatilish sohasi bilan tanishish.
2. Hajmiy nasosning hajmiy F.I.K ini tajriba yo‘li bilan aniqlash.

Qisqacha nazariy ma'lumot

Hajmiy nasoslar ishlash prinsipiga ko‘ra porshenli nasoslar guruhiga kiradi. Hozirgi vaqtda mavjud porshenli nasoslar konstruksiyalariga qarab turlicha bo‘ladi: yuritgichi krivoship-shatunli (shatunsiz), bevosita ishlaydigan va qo‘l nasoslari; gorizonta va vertika o‘qli nasoslar; aylanish soniga ko‘ra tez yurar, sekin yurar nasoslar va boshqalarga bo‘linadi. Bunday nasoslar ishlash jarayonida bosim orttirish yo‘li bilan suyuqlikka energiya beradi. plunjerli nasoslarning ishlashi porshenli nasoslarning ishlashiga o‘hshash bo‘lib, ular konstruktiv shemalari bo‘yicha bir-biridan farq qiladi. Plunjerlarning porshendan farqi, ularning ko‘ndalang kesimi uzunligiga nisbatan bir necha baravar kichik bo‘lib, ularda kompression va moy sidirish halqalari bo‘lmaydi.

Bu nasosda suyuqlikning so‘rilishi va haydalishi plunjerning silindrda ilgarilanma-qaytma harakatiga bog‘liq bo‘ladi. Porshenli nasosning shemasi 18.1–rasmida ko‘rsatilgan, uning tarkibida shtok bo‘lgan krivoship-shatunli mehanizm yordamida elektrdvigatel orqali harakatga keladi. Porshen silindr ichida orqaga harakat qilganida uning oldidagi ish bo‘shlig‘ining hajmi ortib, siyraklanish hosil bo‘ladi. Bu siyraklanish ma‘lum bir chegaraga etganida ish bo‘shlig‘idagi bosim kamayadi va so‘rish klapani ocxilib suyuqlik so‘rish quvuri orqali ish bo‘shlig‘iga kiradi. So‘rilish jarayoni porshen o‘zining eng chekka so‘rilish chegarasiga etgunicha davom etadi. Bunda porshen oldinga harakat qilganda (10.1-rasm) ish bo‘shlig‘idagi bosim ortib, so‘rish klapani yopiladi. Bo‘shliqdagi bosim miqdori haydash bosimi p_x ga oshganida haydash klapani ocxilib, suyuqlik haydash quvuriga o‘ta boshlaydi. Suyuqlikni haydash jarayoni porshenning eng chekka haydash chegarasiga etgunicha davom etadi.

Hajmiy nasoslar yuqori bosimda qovushqoqligi katta bo'lgan suyuqliklarni haydashda keng ishlatiladi. Hajmiy nasoslarning unumdorligi notekis bo'ladi.

Bunday nasoslarda o'rtacha nazariy sarf Q_{naz} quyidagi formuladan topiladi:

$$Q_{naz} = \frac{F \cdot l \cdot n}{60}, (\text{sm}^3/\text{s}) \quad (18.1)$$

bunda F – porshen ko'ndalang kesimining yuzasi; L – porshenning yurishi (yo'li); n – porshenning bir daqiqada borib kelish soni yoki krivoship-shatunli mehanizmning aylanishlar soni.

Porshenli nasosning haqiqiy sarfi nazariy sarfdan hajmiy F.I.K kattaligiga kam bo'ladi:

$$Q_{haq} = \eta_h \cdot Q_{naz}, (\text{sm}^3/\text{s}) \quad (18.2)$$

bunda η_h – hajmiy F.I.K.

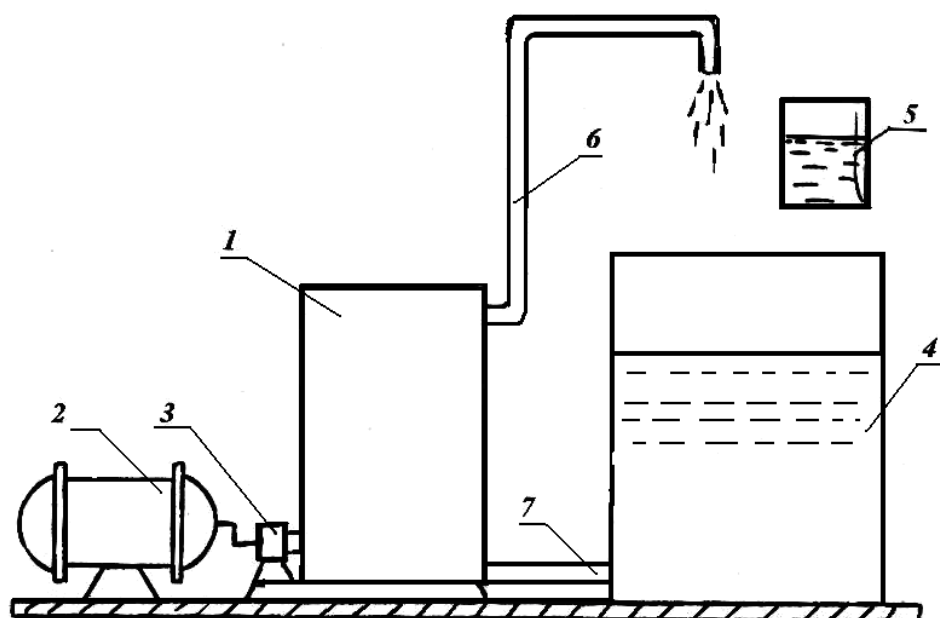
Porshenli nasosda suyuqlik sarfi haydash vaqtida sinusoid bo'yicha o'zgaradi, so'rish jarayonida suyuqlik haydash quvuriga umuman tushmaydi.

SHuning uchun, bunday nasoslarning sarfini baravarlashtirishda porshenlar sonini (ko'paytirish) oshirish yoki havoli qalpoqlar o'rnatish bilan amalga oshiriladi.

Tajriba qurilmasining tuzilishi

O'quv qurilmasi elektrdvigateli (2) bilan reduktor (3) orqali ulangan to'rt porshenli nasosdan (1) iborat. Porshenli nasos yo'iq siklda ishlaydi. Nasos bak (4) dan so'rish quvuri (7) orqali suvni so'radi va haydash quvuri (6) yordamida yana bakka qayta haydaydi (10.1-rasm).

Nasosning haqiqiy sarfi hajmiy usulda, ya'ni darajalangan idish (5) ga tushgan suvning hajmini vaqt birligi ichida o'lchash orqali topiladi yoki hozirgi vaqtda ishlab chiqarilayotgan suyuqlik sarf o'lchagichlardan foydalaniladi.



18.1-rasm. Hajmiy nasos qurilmasi

Tajribani bajarish tartibi

1. Hajmiy nasos ishga tushiriladi.
2. Darajalangan bakka (5) tushayotgan suv miqdori ma'lum vaqt ichida o'lchanadi.

3. Hajmiy (porshenli) yurish yo'li uzunligi L , porshen diametri d va krivoshipning aylanish soni n o'lchanadi. Porshen diametri va yo'li shtangent sirkul yordamida olinadi.

Krivoshipning aylanishlar soni bir minut ichida to'g'ridan-to'g'ri hisoblash yo'li orqali topiladi.

O'lchash natijalari 10.1-jadvalga yoziladi.

18.1-jadval

№	d_{por}	F_{por}	L	i	n	Q_{naz}
	sm	sm ²	sm	dona	ayl/min	sm ³ /s
1	2	3	4	5	6	7
1.						
2.						
3.						
4.						

Tajriba natijalarini hisoblash

Haqiqiy sarf quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$Q_{haq} = \frac{W}{t}, (\text{sm}^3/\text{s}) \quad (18.3)$$

bunda w – darajalangan idishdagi suv hajmi; t – suyuqlik hajmini aniqlashga ketgan vaqt yoki sarf oʻlchagich qiymati.

Nazariy sarf esa quyidagiga teng:

$$Q_{naz} = \frac{F \cdot l \cdot n}{60} i, (\text{sm}^3/\text{s}) \quad (18.4)$$

bunda i – porshenlar soni.

Hajmiy F.I.K quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta_h = \frac{Q_{haq}}{Q_{naz}}, (\%) \quad (18.5)$$

Barcha hisoblash natijalari 10.2-jadvalga yoziladi.

18.2-jadval

№	w	t	Q_{haq}	η_h
	sm^3	sek	sm^3/sek	%
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

Nazorat savollari

1. Hajmiy (porshenli) nasosning ishlash printsipini tushuntirib bering.
2. Markazdan qochma nasosga nisbatan porshenli nasosning afzalliklari nimada?
3. Soʻrish quvurlarida soʻrish klapanining oʻrnatilishini gapirib bering.
4. Hajmiy (porshenli) nasoslar qanday suyuqliklarni haydashda ishlatiladi?
5. Nasosning qanday konstruksiyalarini bilasiz?

19 – LABORATORIYA ISHI

SHESTERNYALI NASOSNI TAJRIBADA SINASH

Ishdan maqsad

1. SHesternyali nasosning konstruksiyasi, ishlash prinsipi va qo‘llanish sohasi bilan tanishish.
2. SHesternyali nasosning ish tavsifini tajriba yo‘li bilan qurish.

Qisqacha nazariy ma’lumot

SHesternyali nasoslar ham porshenli nasoslar singari hajmiy nasoslar guruhiga kiradi. Bunday nasoslar ham ishlash jarayonida suyuqlikka $\frac{p}{\rho g}$ bosim orttirish yo‘li bilan energiya beradi. Boshqa hajmiy nasoslar singari so‘rish jarayonida SHesternyali nasoslarda ish hajmi oshadi, bosim esa kamayadi, natijada suyuqlik so‘riladi, SHesternyali nasoslar ishlagan paytida uning haydash qismida ish hajmi kamayadi, bosim esa oshadi. Natijada suyuqlik haydash quvuriga haydaladi.

SHesternyali nasoslar o‘zining tuzilish konstruksiyasiga ko‘ra rotorli hajmiy nasoslar guruhiga kiradi, chunki ularning asosiy ish detallari aylana bo‘ylab harakatlanadi.

Bu nasoslarning tuzilishi juda sodda. Ular ikkita bir xil shesternyadan iborat bo‘lib, korpus ichiga joylashgan bo‘ladi. Etaklovchi shesternya harakatni elektr dvigatelidan oladi. Nasosda ikkita qopqoq bo‘lib (19.1-rasm), ular etaklovchi va etaklanuvchi valikli podshipnik va salniklar bilan ta’minlangan.

SHesternyali nasoslar hozirgi zamon tehnikasida keng qo‘llaniladi. Ular stanok va mashinalarda, ichki yonuv dvigatellarining tizimlarida, parmalash va pardoqlash stanoklarida, katta bosim talab qiladigan gidrouzatmalarda va boshqa har xil sohalarda ishlatiladi.

SHesternyali nasoslarning nazariy sarfini quyidagicha hisoblash mumkin:

SHesternyali nasoslarning sarfini shesternyadagi tishlar hajmiga qarab aniqlash mumkin, chunki bitta tish hajmi ikkita tish orasidagi chuqurcha hajmiga bir to‘liq aylanishdagi so‘rilgan suyuqlik hajmi esa tishlar orasidagi umumiy chuqurchalar hajmiga tengdir. Nasosning ish hajmi

$$W_{naz} = \pi D_n \cdot 2m \cdot b \quad (19.1)$$

ga teng. Oʻrtacha soʻrish sarfi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$Q = 2\pi D_n \cdot 2m \cdot b \cdot n \quad (19.2)$$

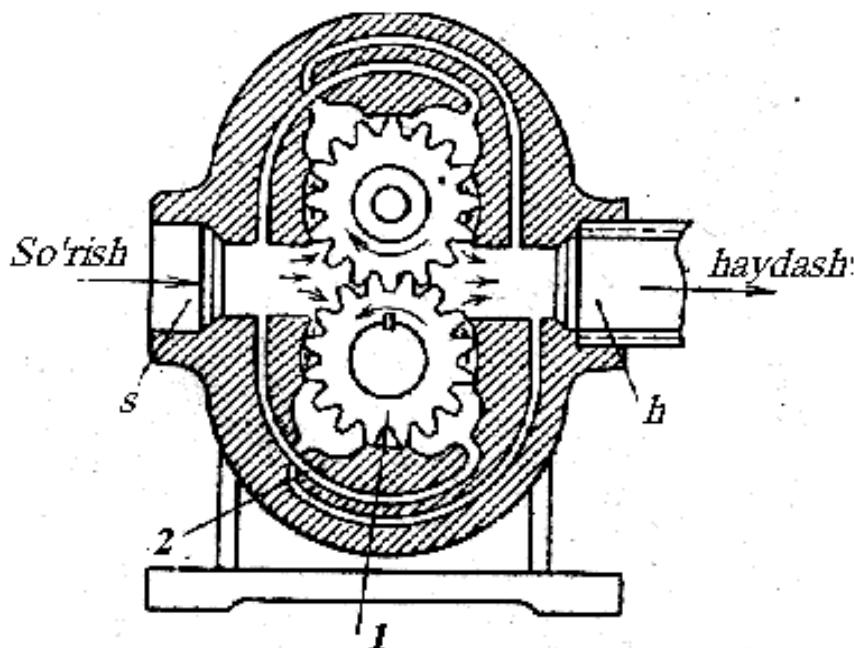
bunda $2m$ – tish balandligi (m – ilashish moduli); D_n – shesternyaning bogʻlangich aylanasi diametrik, m; b – tish uzunligi (shesternya eni), m; n – aylanishlar soni, ayl/min.

CHuqurchalarning hajmi tishlarning hajmidan salgina katta boʻlgani uchun $m = \frac{D_n}{z}$ (z – tishlar soni) ga tengligi uchun nazariy soʻrish kattaligi

$$Q_{naz} = 2\pi \frac{D_n^2}{z} bn \quad (19.3)$$

boʻladi.

Nasoslar ishlash paytida haydash quvuridagi jumrak yopiq boʻlsa, katta bosim hisobiga tarmoqda halokat sodir boʻlishi mumkin.



19.1-rasm. Shesternyali nasosning ishlash shemasi

Bunday halokatlarga quvur ulangan qismlarning uzilishi, elektr dvigatelning ishdan chiqishi, ulovchi muftaning buzilishi va boshqalar misol boʻladi. Bunday avariylarning oldini olish uchun

hajmiy nasoslar ehtiyotlash klapanlari bilan jihozlanadi. Bu klapanlar bosim oshgan vaqtida suyuqlikni haydash zonasidan soʻrish zonasiga oʻtkazib turadi.

Shesternyali nasoslarning haydash zonasidagi bosim soʻrish zonasidagiga nisbatan ancha katta boʻladi. Shuning uchun suyuqlikning bir qismi haydash zonasidan soʻrish zonasiga radial va koʻndalang yoriqlardan oqib oʻtadi. Shesternyali nasoslarda bu suyuqlik miqdori bosimga qarab oʻzgaradi va hajmiy F.I.K orqali hisobga olinadi:

$$\eta = \frac{Q_{haq}}{Q_{naz}}, (\%) \quad (19.4)$$

bunda Q_{haq} – haqiqiy sarf; Q_{naz} – nazariy sarf.

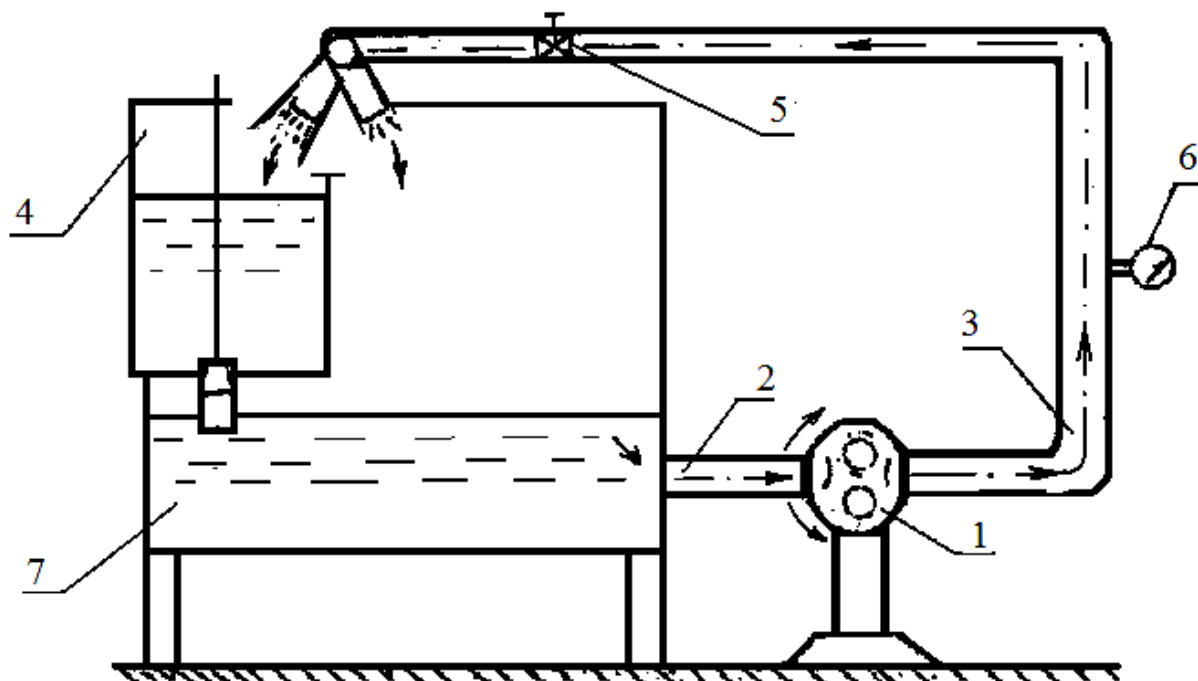
Tajriba qurilmasining tuzilishi

Shesternyali nasosni sinash yopiq siklda ishlaydigan tajriba qurilmasida bajariladi (19.2-rasm).

Nasos ishlayotganda bak (7) dagi yogʻ soʻrish quvuri (2) orqali nasosning ish hajmidagi bosimning oʻzgarishiga qarab haydash quvuriga (3) siqib chiqaradi va yana oʻsha quvur (3) orqali bak (7) ga qaytib qoʻyiladi.

Haydash quvuridagi bosim manometr (6) orqali oʻlchanadi. Quvur tavsifi jumrak (5) orqali oʻzgartiriladi. Agar jumrak (5) yopilsa, nasosning bosimi oshadi. Nasosning sarfi hajmiy usulda darajalangan idish (4) yordamida vaqtga qarab hisoblanadi.

Nasosning ehtiyotlash klapani atmosfera bosimiga toʻgʻrilangan. Lekin bosim 5-6 atm. boʻlganda ham suyuqlikning haydash zonasidan soʻrish zonasiga oqib oʻtishi kuzatiladi.



19.2-rasm. SHesternyali nasos qurilmasi

- 1 – shesternyali nasos; 2 – so‘rish quvuri; 3 – haydash quvuri;
 4 – darajalangan o‘lchash baki; 5 – rostlovchi jumrak ;
 6 – anometr

SHuning uchun ham nasosning ish tavsifini olishda bosimni 6 atmosferadan oshirmaslik maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Tajribani bajarish tartibi

Jumrak (5) yordamida haydash quvuri (3) dagi bosim ma’lum bir kattalikka o‘rnatiladi va nasosning haqiqiy sarfi o‘lchanadi. Buning uchun darajalangan bak (4) ga oqib tushayotgan suyuqlik hajmi w vaqt t ga qarab aniqlanadi.

Tajriba 5-6 marta har xil bosimlarda o‘tkaziladi.

Tajriba natijalarini hisoblash

Haqiqiy sarf quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{haq} = \frac{W}{t}, (\text{sm}^3/\text{sek})$$

Nazariy sarf:

$$Q_{naz} = \frac{2 \pi D_n \cdot b \cdot m \cdot n}{10}, (\text{sm}^3/\text{sek})$$

Hajmiy F.I.K:

$$\eta_h = \frac{Q_{haq}}{Q_{naz}}$$

O'lchash va hisoblashlar natijalari 19.1-jadvalga yoziladi.

19.1-jadval

№	O'lchashlar			Hisoblashlar		
	p	W	t	Q_{haq}	Q_{naz}	η_h
	kgk/sm ³	sm ³	min	sm3/sek	sm3/sek	%
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

Hisoblash natijalariga ko'ra 19.1-jadvaldan shesternyali nasos ish tavsiflari $Q, \eta = f(p)$ quriladi.

Nazorat savollari

1. SHesternyali nasos tuzilishini gapirib bering.
2. SHesternyali nasoslarning qanday afzalliklari va kamcxiliklari bor.
3. Rotorli nasoslarning ish hajmi deganda nimani tushunasiz.
4. Hajmiy F.I.K qanday aniqlanadi.
5. Kurakli va hajmiy nasoslarning ish tavsiflari nima bilan farq qiladi.

20– LABORATORIYA ISHI

UYURMALI NASOSNI TAJRIBADA SINASH

Ishdan maqsad

Uyurmali nasosning ishlash prinsipi va konstruksiyasi bilan tanishish.

1. Tajriba yo‘li bilan uyurmali nasosning $H = f(Q)$, $N = f(Q)$ va $\eta = f(Q)$ xarakteristikalarini olish.

Nazariy qism

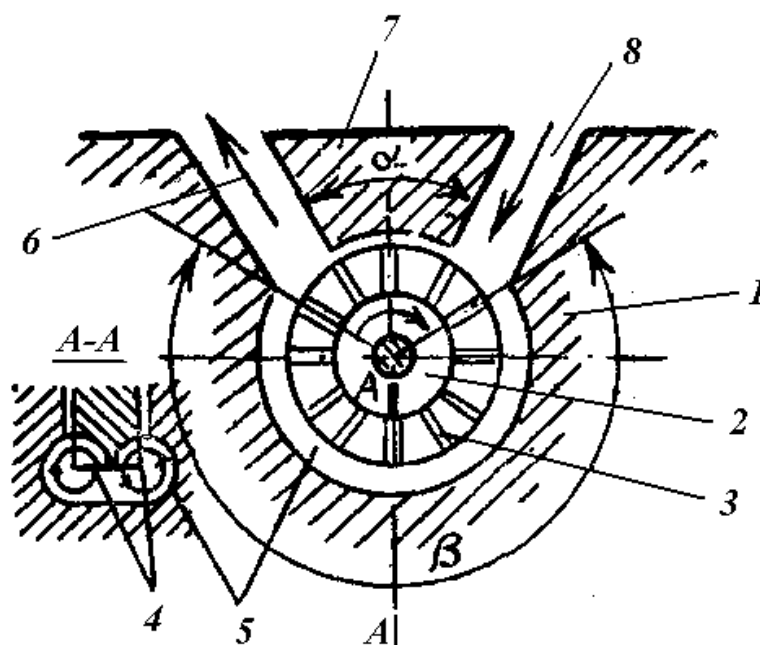
Uyurmali nasoslar ishlash prinsipi bo‘yicha dinamik nasoslar guruhiga kiradi. Suyuqlikka ta‘sir kuchi bo‘yicha ishqalanuvchi nasoslar guruhiga kiritish mumkin bo‘ladi.

12.1-rasmda uyurmali nasosning shemasi ko‘rsatilgan. Qo‘zg‘almas korpus (1) ning ichida ish g‘ildiragi (2) joylashgan, uning gardishida ikki qator kalta radial parraklari (3) bor. G‘ildirakning ikkala tomonida joylashgan bu ikki qo‘shni parraklar bir – biri bilan bo‘shliqlar (4) hosil qiladi. G‘ildirak (2) bilan korpus (1) orasida halqa shaklidagi oraliq (5) bo‘lib, unga so‘rish quvuri (8) orqali suyuqlik beriladi va bu suyuqlik oraliqni (5) va g‘ildirakdagi bo‘shliqni (4) to‘ldiradi.

Ish g‘ildiragi (2) aylanganida bo‘shliq (4) va oraliq (5) dagi suyuqlik parraklar bilan aylanadi va markazdan qochuvchi kuch ta‘sirida bo‘shliqlarda buralib, A-A kesimda aylanma strelkalar bilan ko‘rsatilganidek uyurma hosil qiladi.

SHunday qilib, halqa shaklidagi oraliqda o‘ziga hos juft aylanma uyurmali harakat yuzaga keladi, shu sababli nasos shunday nom olgan. Bunda suyuqlik zarrachalari vintsimon harakatda bo‘lib, har bir parraklararo bo‘shliqqa kirganda parraklardan qo‘shimcha energiya oladi.

SHu sababli uyurmali nasoslar markazdan qochma nasoslarga qaraganda 2÷4 baravar ko‘p bosim hosil qilishi mumkin. So‘rish va bosim quvurlari o‘rtasida suyuqlikning so‘rish quvuri tomoniga o‘tishida imkon bermaydigan juda kichik tirqishli ko‘prikcha (7) bor.



20.1-rasm. Uyurmali nasos shemasi.

1 – korpus; 2 – ishchi g'ildirak; 3 – parraklar; 4 – bo'shliq; 5 – oraliq; 6 – bosim quvuri; 7 – ko'priqcha; 8 – so'rish quvuri.

Foydali ish koeffisienti (F.I.K) ning kichikligi esa asosiy kamcxiliklaridan biri bo'lib, uyurmali nasoslarni katta qiymatdagi suyuqlik sarfi va katta quvvatda ishlatilishda noqulay hisoblanadi.

Bu nasosning foydali ish koeffitsienti (0,25 – 0,5) va loyqa, qumli suyuqliklarni haydab berishda tezda ishdan chiqishini ko'rsatsa bo'ladi.

Uyurmaviy nasoslar $1 \div 40 \text{ m}^3/\text{soat}$ ish unumdorligiga, suv ko'tarish balandligi $15 \div 90$ metr qiymatlariga ega bo'lishi mumkin.

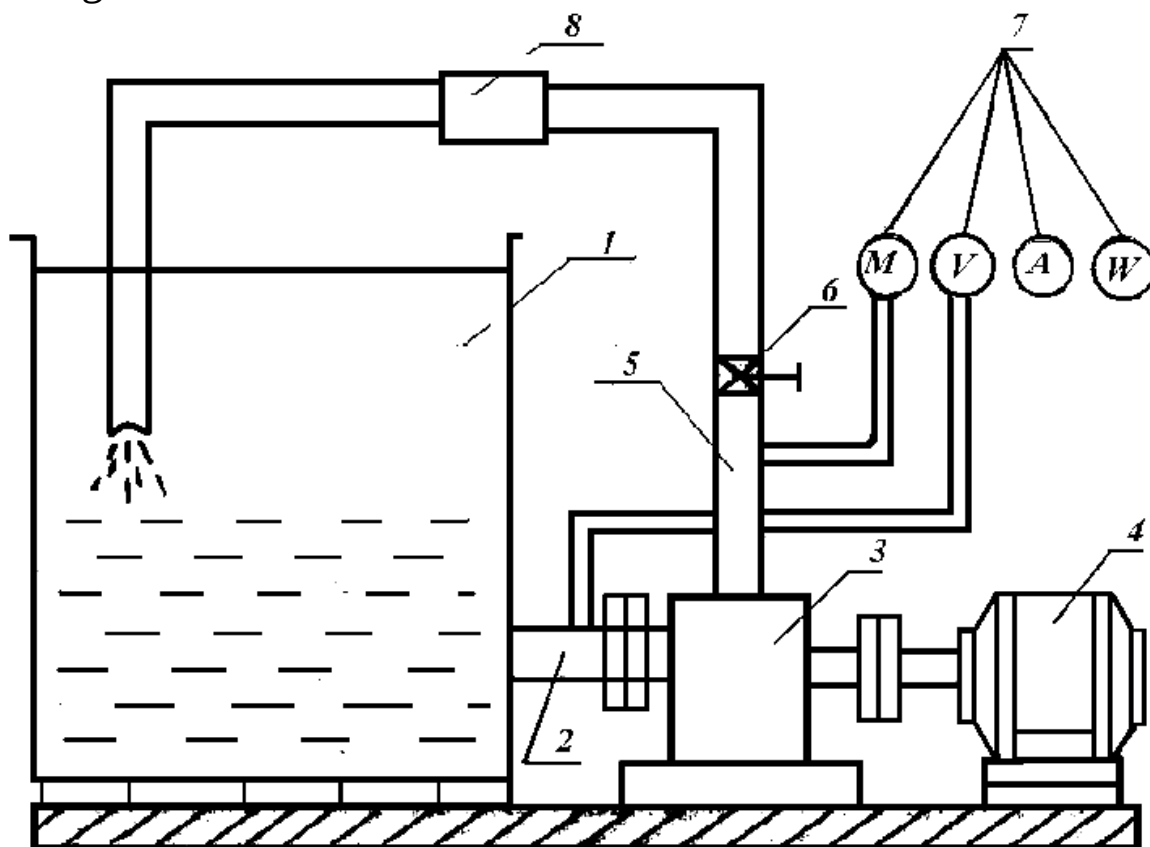
Ishchi g'ildirak va ishchi kameraning yon tomonidagi oraliq masofalari eng kichik qilib tanlab olinadi. Ishchi g'ildirakning aylanish jarayonida esa suyuqlik nasosning ishchi aylana kamerasi bo'yicha so'rish quvuridan haydash quvurigacha aylanib o'tadi. SHuning uchun ham bunday uyurmali nasosning hosil qilgan napori huddi shunday geometrik o'lchamdagi va aylanishlar chastotasidagi markazdan qochma nasoslarning ishchi g'ildirak parragi hosil qilgan naporga nisbatan $3 \div 7$ marta katta bo'ladi.

Uyurmali nasosning afzalliklaridan yana biri ishga tushirishdan oldin uni suyuqlik bilan to'ldirish shart emas, chunki nasosning o'zi so'rish qobiliyatiga ega. Uyurmali nasoslarning qulayliklari, konstruksiyasining soddaligi va mustahkamligi, o'z-o'zidan tortishi mumkinligi, har qanday suyuqlik va gazlar aralashmalarida ham

ishlashi mumkinligidan iborat bo'lib, bu ko'rsatkichlar uyurmali nasoslar texnikaning barcha sohalarida ishlatilishi mumkinligini asoslab beradi.

Tajriba qurilmasining tuzilishi

20.2-rasmda IV-09 MK markali uyurmali nasosning tajriba qurilmasi keltirilgan bo'lib, bu turdagi nasoslar 1°C dan 80°C gacha bo'lgan tuz aralashmasi va kislotalarni haydash uchun mo'ljallangan bo'ladi.



20.2-rasm. Uyurmali nasos qurilmasi

1 – suv to'ldirilgan idish; 2 – so'ruvchi quvur; 3 – uyurmali nasos; 4 – elektr dvigateli; 5 – bosimli haydash quvuri; 6 – rostlovchi jumrak ; 7 – elektr o'lchov asboblari; 8 – suv sarfini o'lchagich.

Nasosni sinash toza suvda amalga oshirilib, nasos asinhron elektrodvigatel yordamida harakatga keltiriladi. Haydash quvuriga esa manometr va suv o'lchagich (rashodomer) o'rnatiladi. Nasosning elektr tarmog'idan iste'mol qilayotgan quvvati esa vattmetr orqali o'lchanadi.

Tajribani bajarish tartibi

Tajriba qurilmasi va ularning jihozlari bilan tanishib, har bir jihozlarning ishlatilishi, ularning ko'rsatkichlarini o'lchash yo'llari va usullari o'rganiladi hamda o'lchashlar quyidagi tartibda bajariladi:

1. Elektrodvigatel ishga tushiriladi.
2. Muayyan suyuqlik sarfi o'rnatiladi.
3. Vakuummeter ko'rsatkichi $-h_{vak}$, manometr ko'rsatkichi $-h_{man}$ yozib olinadi.
4. Suv hajmi $-W$ ning qiymati esa t vaqt birligi ichida suv o'lchagichdan yozib olinadi.
5. Elektr o'lchash asboblari vattmetr ko'rsatkichlari har bir fazalar uchun alohida-alohida N_A, N_B, N_S yozib olinadi.

Barcha qiymatlar 20.1-jadvalga yoziladi.

20.1-jadval

T/ R	p_{man}	p_{vak}	W	t	Vattmetr ko'rsatishi			Eslatma
					N_A	N_B	N_S	
	kgs/sm^2	kgs/sm^2	lit	sek	kVt			-
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.					0,2	0,3	0,5	
2.								
3.								
4.								
5.								

Tajriba natijalarini hisoblash

1. Nasos haydayotgan suyuqlik sarfi quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$Q = W / t , \quad (l/s) \quad (20.1)$$

bunda W - suv o'lchagich yordamida o'lchangan suyuqlik hajmi, (l);
 t - vaqt, (s);

2. Nasos nabori esa quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$H = p_{man} / \rho g + p_{vak} / \rho g + \Delta h , \quad (m) \quad (20.2)$$

bu erda, p_{man} - manometr ko'rsatishi, (kg.s/sm²); P_{vak} -vakuummeter ko'rsatishi, (kgs/sm²), Δh —so'rish quvurida vakuummeter ulangan nuqtadan manometrnining havo chiqarish kranigacha bo'lgan vertikal masofa, (sm).

3. Nasosning foydali quvvati

$$N_f = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H, \text{ (kVt)} \quad (20.3)$$

Suv uchun esa: $N_f = 9,81 \cdot Q \cdot H, \text{ (kVt)}$

4. Elektr quvvati, ya'ni elektrodvigatel iste'mol qilayotgan quvvat quyidagicha topiladi:

$$N_{el.dv} = (P_A + P_B + P_S) \cdot K \text{ (kVt)} \quad (20.4)$$

bunda $N_{el.dv}$ - elektrodvigateli quvvati, (kVt); p_a , P_B , P_S – A, B, S fazalardagi quvvat, (kVt); K-elektr o'lchash asbobining bo'linma koeffitsienti.

5. Nasosning quvvati – nasosning iste'mol qilayotgan quvvati (nasos validagi quvvat)

$$N_v = \eta_{el.dv} \cdot N_{el.dv}, \text{ (kVt)} \quad (20.5)$$

6. Nasosning F.I.K deb foydali quvvatining nasos quvvatiga nisbatiga aytiladi

$$\eta_N = N_f / N \cdot 100, \text{ (%) } \quad (20.6)$$

7. Hisob natijalari quyidagi 5.2-jadvalga yoziladi va natijalar bo'yicha

$$H = f(Q); \quad N = f(Q); \quad \eta_N = f(Q)$$

xarakteristikalar quriladi.

T/R	Q	H	N_f	$N_{el.dv}$	N	$\eta_{el.dv}$	η_N	Eslatma
	m^3/s	m	kVt	kVt	kVt	%	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.			0,8	0,4	0,2			
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								

Nazorat savollari

1. Uyurmali nasos qanday nasoslar toifasiga kiradi.
2. Uyurmali va markazdan qochma nasoslarning farqi nimada.
3. Uyurmali nasoslar qaysi hollarda ishlatiladi.
4. Nasosning ishlash prinsipini gapirib bering.
5. Nasosni parametrlarini izohlang.

21– LABORATORIYA ISHI

PLUNJERLI NASOSNI TAJRIBADA SINASH

Ishdan maqsad

1. Plunjerli nasosning ishlash prinsipi, konstruksiyasi va ishlatilish sohasi bilan tanishish.
2. Plunjerli nasosning hajmiy FIK ini tajriba yo‘li bilan aniqlash.

Qisqacha nazariy ma’lumot

Plunjerli nasoslar ishlash prinsipiga ko‘ra hajmiy nasoslar guruhiga kiradi. Hozirgi vaqtda mavjud plunjerli nasoslar konstruksiyalariga qarab turlicha bo‘ladi: yuritgichi krivoship-shatunli /shatunsiz/, bevosita ishlaydigan va qo‘l nasoslari; gorizontaal va vertikal o‘qli nasoslar; aylanish soniga ko‘ra tez yurar, sekin yurar nasoslar va boshqalarga bo‘linadi. Bunday nasoslar ishlash jarayonida bosim orttirish yo‘li bilan suyuqlikka energiya beradi. Plunjerli nasoslarning ishlashi porshenli nasoslarning ishlashiga o‘xshash bo‘lib, ular konstruktiv sxemalari bo‘yicha birbiridan farq qiladi. Plunjerlarning porshendan farqi, ularning ko‘ndalang kesimi uzunligiga nisbatan bir necha baravar kichik bo‘lib, ularda kompression va moy sidirish halqalari bo‘lmaydi.

Bu nasosda suyuqlikning so‘rilishi va haydalishi plunjerning silindrda ilgari lanma-qaytma harakatiga bog‘liq bo‘ladi. Bunda plunjer 21.1–rasm, tarkibida shtok bo‘lgan krivoship-shatunli mehanizm yordamida elektr dvigateli orqali harakatga keladi. Plunjer silindr ichida orqaga harakat qilganida uning oldidagi ish bo‘shlig‘ining hajmi ortib, siyraklanish hosil bo‘ladi. Bu siyraklanish ma’lum bir chegaraga etganida ish bo‘shlig‘idagi bosim kamayadi va so‘rish klapani ocxilib suyuqlik so‘rish quvuri orqali ish bo‘shlig‘iga kiradi. So‘rilish jarayoni plunjer o‘zining eng chekka so‘rilish chegarasiga etgunicha davom etadi. Bunda plunjer oldinga harakat qilganda (21.2-rasm) ish bo‘shlig‘idagi bosim ortib, so‘rish klapani yopiladi. Bo‘shliqdagi bosim miqdori haydash bosimi R_x ga oshganida haydash klapani ocxilib, suyuqlik haydash quvuriga o‘ta boshlaydi. Suyuqlikni haydash jarayoni plunjerning eng chekka haydash chegarasiga etgunicha davom etadi.

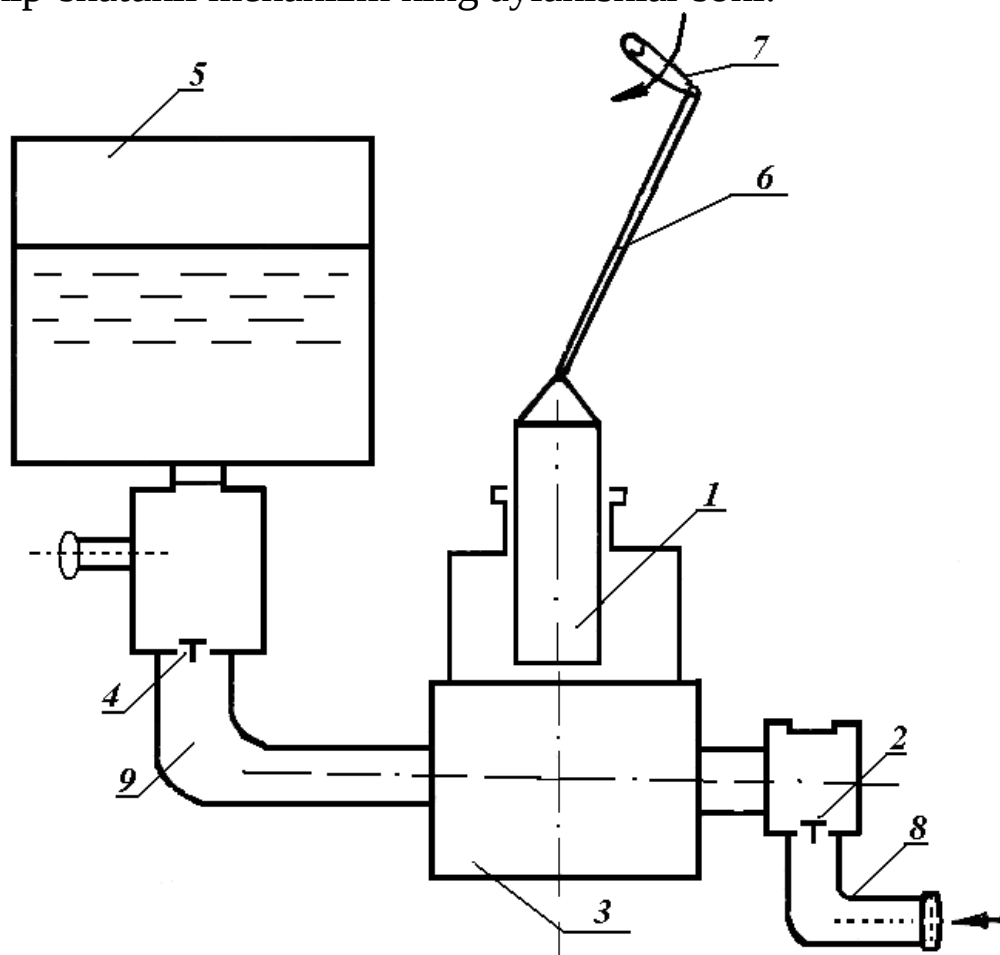
Plunjerli nasoslar yuqori bosimda qovushqoqligi katta bo‘lgan suyuqliklarni haydashda keng ishlatiladi.

Plunjerli nasoslarning unumdorligi notekis bo‘ladi.

Bunday nasoslarda o'rtacha nazariy sarf Q_{nazz} ushbu formuladan topiladi:

$$Q_{naz} = FL \frac{n}{60}, (\text{sm}^3/\text{s}) \quad (21.1)$$

bu erda, ω – plunjer ko'ndalang kesimining yuzasi; L – plunjerning yurishi /yo'li/; n – plunjerning bir daqiqada borib kelish soni yoki krivoship-shatunli mehanizm ning aylanishlar soni.



21.1-rasm. Plunjerli nasosning ishlash shemasi

1 – plunjer; 2 – so‘rish kla‘ani; 3 – silindr; 4 – haydash klapani; 5 – bak; 6 – shtok; 7 – krivoship; 8 – so‘rish quvuri; 9 – haydash quvuri.

Plunjerli nasosning haqiqiy sarfi nazariy sarfdan hajmiy FIK kattaligiga kam bo‘ladi

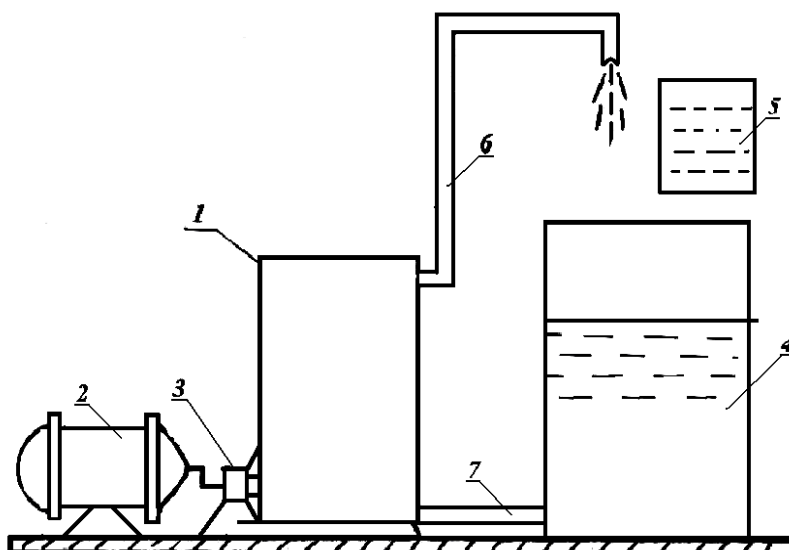
$$Q_{haq} = \eta_h \cdot Q_{naz} \quad , \quad (\text{sm}^3/\text{s}) \quad (21.2)$$

η_h – hajmiy F.I.K.

Plunjerli nasosda suyuqlik sarfi haydash vaqtida sinusoid bo'yicha o'zgaradi, so'rish jarayonida suyuqlik haydash quvuriga umuman tushmaydi.

SHuning uchun bunday nasoslarning sarfini baravarlashtirishda plunjerlar sonini *ko'paytirish* oshirish yoki havoli qolpoqlar o'rnatish bilan amalga oshiriladi.

Tajriba qurilmasining tuzilishi



21.2-rasm. Plunjerli nasos qurilmasi

Tajribani bajarish tartibi

1.Plunjerli nasos ishga tushiriladi.

2.Darajalangan bakka (5) tushayotgan suv miqdori ma'lum vaqt ichida o'lchanadi.

3.Plunjerning yurish yo'li uzunligi- L , plunjer diametri - D va krivoshipning soni- i , o'lchanadi. Plunjer diametri va yo'li shtangensirkul yordamida olinadi. Krivoshipning aylanishlar soni n , bir minut ichida to'g'ridan-to'g'ri hisoblash yo'li orqali topiladi.

O'lchash natijalari 13.1-jadvalga yoziladi.

21.1-jadval

T/R	d_{pl}	F_{pl}	L	i	n	Q_{naz}
	sm	sm^2	sm	$dona$	ayl/min	sm^3/s
1	2	3	4	5	6	7
1.						
2.						
3.						

Tajriba natijalarini hisoblash

Haqiqiy sarf quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$Q_{haq} = W / t, \quad (\text{sm}^3/\text{s}) \quad (21.1)$$

bu erda W - darajalangan idishdagi suv hajmi; t - suyuqlik hajmini aniqlashga ketgan vaqt.

Nazariy sarf esa quyidagiga teng

$$Q_{naz} = FL \frac{n}{60}, \quad (\text{sm}^3/\text{s}) \quad (21.2)$$

Hajmiy FIK quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta_h = Q_{haq} / Q_{naz}, \quad (\%) \quad (21.3)$$

Barcha hisoblash natijalari 13.2-jadvalga yoziladi.

21.2-jadval

T/R	W	t	Q_{haq}	η_h
	sm^3	sek	sm^3/s	$\%$
1.				
2.				
3.				

Nazorat savollari

1. Plunjerli nasosning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
2. Markazdan qochma nasosga nisbatan plunjerli nasosning afzalliklari nimada.
3. Soʻrish quvurlarida soʻrish klapanining oʻrnatilishini gapirib bering.
4. Plunjerli nasoslar qanday suyuqliklarni haydashda ishlatiladi.
5. Nasosning qanday konstruksiyalarini bilasiz.

22– LABORATORIYA ISHI

MARKAZDAN QOCHMA VENTILATORNING XARAKTERISTIKALARINI ANIQLASH

Ishning maqsadi:

Ventilator va tarmoq eksperimental tavsiflarini qurish va ishchi nuqta parametrlarini aniqlash.

Nazariy qism

Doimiy aylanishlar sonida markazdan qochma nasos ishi quyidagi kattaliklar bilan xarakterlanadi:

- 1 - unumdorligi Q , m^3/s ;
- 2 – vujudga keltirilgan bosimi (napori) H , n/m^2 yoki ΔR , mm suv. ust.;
- 3 – sarf qilinadigan quvvati N , Vt ;
- 4 – foydali ish koefitsienti η , %.

Markazdan qochma ventilatorlarda kattaliklar Q , ΔP , η o‘zaro bog‘liq va ularning bittasi o‘zgarsa qolganlarining o‘zgarishiga olib keladi. Grafik bog‘lanishlar

$\Delta P = f(Q)$, $N = f(Q)$, $\eta = f(Q)$ ventilatorlarning tavsiflari deyiladi.

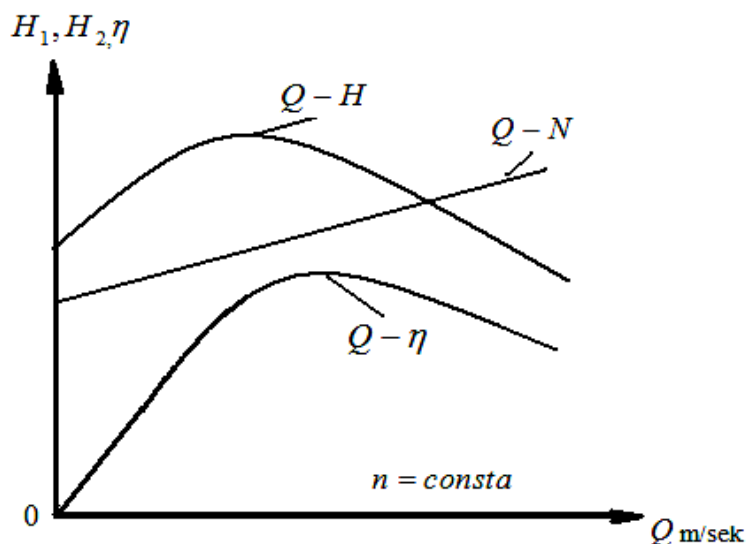
Ushbu tavsiflarni nazariy hisoblar asosida etarli to‘g‘ri qurish mumkin emas. SHuning uchun amaliyotda tajriba yo‘li bilan olingan ventilatorlarning tavsiflari qo‘llaniladi. Ba’zi bir doimiy aylanishlar sonida n_1 markazdan qochma ventilatorning markazlarining tavsiflari 15.1-rasmda ko‘rsatilgan. Boshqa aylanishlar sonida n_2 ventilatorning tavsiflari boshqacha bo‘ladi. Kattaliklarning o‘zgari-shi $Q, \Delta P, N$ quyidagi yaqinlashtirilgan bog‘lanishlar orqali aniqlanadi:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2, \quad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2. \quad (22.1)$$

Ventilator tavsiflari har xil sharoitlarda ularning ishlarini tadqiqot qilish uchun va ventilator qurilmalarini loyihalashda ventilatorlarni tanlash uchun xizmat qiladi.

Agar qaysidir quvur yoki kanal (tarmoq) bo‘yicha gaz o‘tsa, unda ma’lumki quvur (tarmoq) orqali uning o‘tishida gaz bilan yo‘qotilgan bosimi H_{gaz} , gaz tezligining o‘tishiga (ΔP), ishqalanish

va tarmoqdagi hamma mahalliy qarshilikni engishga ($\Delta P_{ish} + \Delta P_{m.qar}$), gidrostatik bosim – ko‘tarilish balandligini engishga ($\Delta P_{m.qar}$) va so‘rish va haydash bo‘shliqlaridagi bosimlar farqini engishga ($\Delta P_{m.qar}$) sarflanadi:



22.1-rasm. Markazdan qochma ventilator tavsiflari

$$H_s = \Delta P_{sk} + \Delta P_{ish.qar} + \Delta P_{m.qar} + \Delta P + \Delta P_{qush} =$$

$$= \left(1 + \frac{\lambda L}{d} + \sum \xi \right) \frac{w^2 \rho}{2} + \Delta P + \Delta P_{qush} \quad (22.2)$$

bu erda: λ - ishqalanish koeffitsienti;

L – quvur uzunligi, m;

d - quvur diametri, m;

ξ - mahalliy qarshilik koeffitsienti;

w – oqim tezligi, m/s;

ρ - gaz zichligi, kg/m³.

(16.2) tenglamaga sarf tenglamasidagi tezlik qiymatini qo‘yib, quyidagi kelib chiqadi:

$$w = \frac{Q_s}{f} \quad (22.3)$$

unda olinadi

$$H_s = \frac{\left(1 + \frac{\lambda L}{d} \sum \xi \right) \rho}{1 f^2} Q_s + \Delta P + \Delta P_{qush} \quad (22.4)$$

bu erda: Q_s – quvur (tarmoq) orqali o‘tayotgan gaz sarfi, m^3/s ;
 f – quvurning ko‘ndalang kesim yuzasi, m^2 .

$1 + \frac{\lambda L}{d} + \sum \xi$
 $\frac{2 f^2}{2 f^2} = a$, $\Delta P + \Delta P_{qush} = b$ belgilab, quyidagi tarmoq tavsifi tenglamasi olinadi:

$$H_s = a Q_s^2 + b \quad (22.5)$$

Ushbu tenglama quvur bo‘yicha o‘tayotgan gazning sarfi Q_s va quvurning (tarmoq) hamma gidravlik qarshiliklarini engishga ketgan tarmoqdagi bosim yo‘qolishi H_s orasidagi bog‘lanishni ifodalaydi.

$\Delta P = 0$ va $\Delta P_{qush} = 0$ da (22.5) tenglamaning o‘ng qismidagi ikkinchi qo‘sxiluvchi nolga aylanadi va tarmoqning egri tavsifi $H_s = a Q_s^2$ koordinataning boshlang‘ich qismi orqali o‘tadi.

Qachonki ventilator tarmoqda ishlayotgan bo‘lsa, unda $Q = Q_s$ i $H = H_s$ negaki ventilator shunday bosim $\Delta P_{t.qar}$ shakllantiradiki, u tarmoqning to‘liq qarshiligini engishga sarflanadi H_s .

Agar ventilator tavsiflari grafigiga $Q - H$, $Q - N$, $Q - \eta$ tarmoqning egri tavsifini kirgizilsa $Q_s - H_s$, $(Q - H)$ masshtabida, unda $Q = Q_s$ va $H = H_s$ uchun ishchi nuqta A deb nomlanuvchini topish mumkin va ushbu tarmoqdagi ventilatorning ishlab turishida ventilatorning hamma tavsiflari aniqlanadi. Ishchi nuqtalari joyi ushbu sharoitlardagi ventilatordan foydalanish iqtisodiyoti haqidagini muhokama qilishga imkon beradi.

Qurilmaning bayoni

Tajriba qurilmasining shemasi 22.2-rasmda ko‘rsatilgan. Qurilma markazdan qochma ventilator 1, bitta vali elektr dvigatel bilan ta‘minlangan doimiy tok 2 dan iborat. Doimiy tokdagi elektr dvigatel reostatlar 11, 12 yordamida ventilatorning aylanishlar sonini osongina o‘zgartirishga imkon beradi.

Ventilatorga quyidagi quvurlar ulangan: bir xil diametrga ega (ichki diametri $d = 220$ mm) so‘ruvchi 3 va haydovchi 4. So‘ruvchi

quvurning kirish qismida silliq voronkasimon 5 mavjud, unga boshqa jismlarning quvurga so'ruvchidan saqlash uchun setka 6 o'rnatilgan.

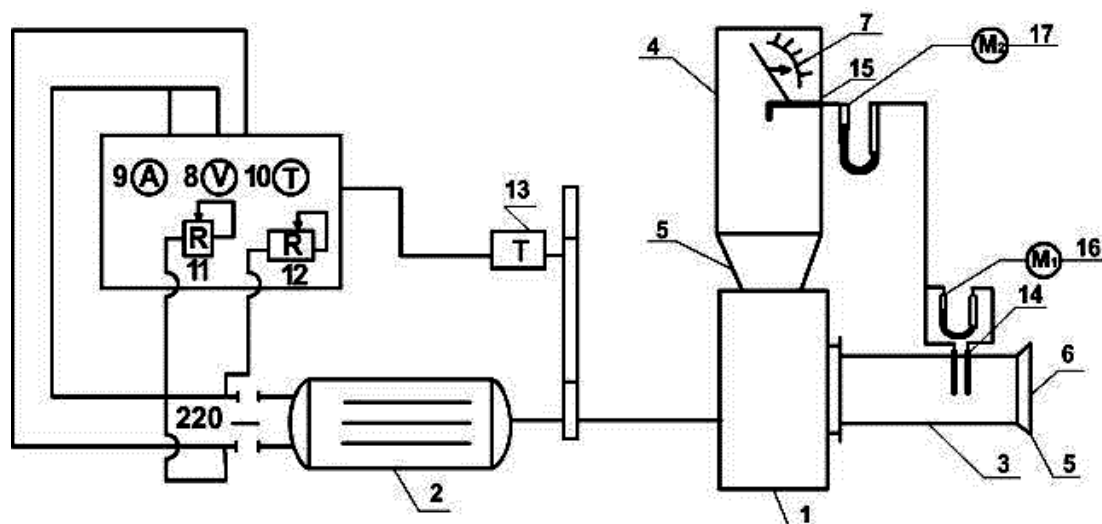
Haydovchi quvurning chiqish teshigida chiqish teshigi yuzasini sekin o'zgartirishga imkon beruvchi o'zgaruvchan kesimli diafragma 7 o'rnatilgan, demak haydovchi quvurning qarsxiligini o'zgartiradi. Reostatlar 11 va 12 ishga tushirish va elektr dvigatelning aylanishlar sonini o'zgartirish uchun xizmat qiladi. Elektr dvigatel qobig'i va quvurlarda quyidagi tekshiruvchi-o'lchovchi asboblari o'rnatilgan: 1 - taxometr 13 ventilatorning aylanishlar sonini aniqlash uchun; 2 - voltmetr 8 va ampermetr 9 kuchlanish va doimiy elektr tokining kuchini aniqlash uchun; 3 - difmanometrlar 16 va 17 bilan ta'minlangan pito quvurchalari 14 va 15.

Ishni bajarish usuli

Ventilator tavsiflarini olish uchun $Q - H$ $Q - N$ $Q - \eta$ o'qituvchi tomonidan berilgan (1200 ayl./min kam bo'lmagan) doimiy aylanishlar sonida n tajriba seriyalari (10 ta kuzatishlar) o'tkaziladi.

Ventilator unumdorligi, uning ochishini o'zgartirib diafragma 7 yordamida o'lchanadi. Quvur (tarmoq) tavsifini olish uchun $H_s = a Q_s^2$ diafragma 7 ni ocxilgan holatida ikkinchi tajriba seriyalari (5 ta ko'zatishlar) o'tkaziladi, ya'ni tarmoqning geometrik tavsifi doimiy (uni o'qituvchi tomonidan beriladi) qoladi, havo sarfi esa ventilatorning aylanishlar sonini o'zgartirish yo'li bilan o'zgartiriladi.

Ventilator va tarmoq tavsiflarini qurish uchun kerak bo'ladigan kattaliklar Q , H , N , η qiymatlari sinash vaqtida olingan tekshiruvchi-o'lchovchi asboblari ko'rsatkichlarining ishlov berishiga mos keluvchi yo'li bilan aniqlanadi.



22.2-rasm. Eksperiment qurilmasining shemasi

1 - ventilator, 2 - elektr dvigatel, 3 - soʻruvchi quvur, 4 - haydovchi quvur, 5 - silliq voronkasimon quvur, 6 - setka, 8 - voltmetr, 9 - ampermetr, 10 - taxometr, 11, 12 - reostatlar, 14 - pito quvurchasi, 16, 17 - manometrlar

Asbob koʻrsatkichlari: difmanometr 16 (1 ish joyi) va difmanometr 17 (2 ish joyi), voltmetr 8 va ampermetr 9 (3 ish joyi), diafragma 7 dan keyin yangi holatda boshqa joyga quyiladi va reostat bilan berilgan aylanishlar soni qayta tiklanadi.

Ish bayoni va qurilma bilan tanishgandan soʻng ish joylari belgilanadi va quvurlardagi pito quvurchasining toʻgʻri joylashishi tekshiriladi, difmanometrlardagi suyuqlikning nolga teng holati va oʻqituvchining ruxsati bilan ventilator ishga tushiriladi, rubilnik (kuchli elektr toklarini ulash va uzish uchun xizmat qiladigan moslama) qoʻsxiladi va shosxilmasdan oldin ishga tushiruvchi reostat 2 ishga tushiriladi, keyin esa rostlaydigan 12. Ish tugagandan soʻng ventilator asbob-anjomlari oldingi holatiga olib kelinadi.

Eksperiment natijalariga ishlov berish

1. Ventilatorning vujudga keltirgan yoki ventilatorning “toʻliq napor” deb nomlanuvchi bosim N ning oshishi bevosita difmanometr 16 oʻlchashi bilan aniqlanadi (mm. suv. ust. da).

2. Ventilyatsiya qurilmasining isteʼmol qilinadigan quvvati N quyidagi formula boʻyicha hisoblanadi:

$$N = U \cdot I \quad (22.6)$$

bu erda: U – doimiy tokning kuchlanishi, V; I – tok kuchi, A.

3. Ventilatorning unumdorligi Q quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$Q = w \cdot f \quad (22.7)$$

bu erda: $f = 0,785 d^2$ – quvurning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 .

So'ruvchi quvurdagi havoning o'rtacha tezligi w quyidagi ko'rinishda aniqlanadi. So'ruvchi quvur o'qi bo'yicha o'rnatilgan, pito quvurcha 15 ga ulangan difmanometr 17 ushbu quvurning markazidagi tezlik bosimini $\Delta P_{m.tez}$ (mm. suv. ust. da) ko'rsatadi. Quvur markazi orqali o'tadigan havoning elementar oqimchasi tezligi (m/s da) (o'qiy yoki maksimal tezlik) quyidagiga teng bo'ladi, ya'ni

$$w = 0,9 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \Delta P_{m.tez}}{\rho}} \quad (22.8)$$

bu erda: ρ – havo zichligi, kg/m^3 ; 9,81 – qayta hisoblangan koeffitsient $\Delta P_{m.tez}$ mm suv. ust. dan n/m^2 ga. Turbulent oqim uchun

o'rtacha tezlikning maksimalga nisbati $\frac{w}{w_{urtasna}}$ o'rtacha 0,9 ni tashkil etadi.

Izoh:

Reynolds soni Re havoning faqat birinchi va oxirgi sarflari uchun ventilator tavsiflarini aniqlashda hisoblanadi.

16.1 jadvalda o'lchov bayonnomasi keltirilgan

22.1-jadval

№ r	Ventilatorning aylanishlar soni, n , ayl/min.	Diafragma 7 joyi	Asbob ko'rsatkichlari				O'lchangan kattaliklar			
			H, mm suv. ust.	Δ'_{SK} , mm suv. ust.	U , V	I, A	Q, m^3/s	η , %	N, Vt	Re
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a) ventilator tavsiflari										
1										
2										

3										
b) tarmoq tavsiflari										
1										
2										
3										

Tarmoq tavsiflarini aniqlashda faqat difmanometr 16, 17 ko'rsatkichlari o'lchanadi va faqat Q_s hisoblanadi.

Ventilator FIKi η (elektr dvigatel bilan) quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi:

16.1-jadval asosida markazdan qochma ventilator tavsiflarini qurish mumkin. Absissa o'qi bo'yicha hajmiy sarf, ordinata o'qi bo'yicha – napor, foydali quvvat va FIK quyiladi. Grafiklar hamma kerak bo'ladigan nuqtalarni kiritgan holda millimetr qog'ozga chiziladi.

$$\eta = \frac{QH}{N} \quad (22.9)$$

bu erda: Q – havo sarfi, m^3/s ;

H – ventilator orqali vujudga kelgan to'liq napor, pa;

N – iste'mol qilinadigan quvvat, Vt.

Nazorat savollari

1. Ishdan maqsad.
2. Markazdan qochma ventilyatorlarning bog'lanishlari qaday aniqlanadi.
3. MQVning sarflangan quvvatini ifodalab bering.
4. MQVning sarf tenglamasini tushuntring.
5. MQNning xarakteristkasi qanday topiladi.

23– LABORATORIYA ISHI

PORSHENLI KOMPRESSORNI TAJRIBADA SINASH

Ishning maqsadi:

Kompressorning konstruksiyasi va ishlash printsipli bilan tanishish. Tajriba asosida olingan kattaliklar bo'yicha kompressor tavsifini qurish.

Kompressorning texnik tavsiflari

Kompressor	- TUM
Chiqarilgan yili	- 1968
Aylanish soni	- 225 ayl/min
Ishlab chiqariladigan gaz hajmi	- 58 m ³ /s
Bosimi	- 16 atm.
Hajmli bak	- 0.5 m ³ ,
Bakda yo'l qo'yilgan bosim	- 16 atm,
Yo'l qo'yilgan harorat	- t=40-50 ⁰ S
GOST - 9028	
Elektrodrigatel – OK turli	+ 6/10
Quvvati	- 705 kVt
Val aylanish soni	- 225 ayl/min
Kuchlanish	- 380λ 220Δ
Iste'mol qilinadigan tok	- 17/3 – A
Chastota	- 50 Gts
Aylanish soni	- 940 ayl/min
Ishlab chiqargan yili	- 1958

Nazariy qism

Bosimga qarab havo haydovchi mashinalarga ventilatorlar, gaz haydovcxilar, kompressorlar deb ataladi.

Kompressor vazifasiga havoni siqib, iste'molcxilarga quvurlar orqali yuborish kiradi.

Kompressorlarni asosan ikki guruhga bo'lish mumkin: hajmiy, kurakli va oqimchali.

Konstruktiv holati bo'yicha hajmiy kompressorlar porshenli va rotorli bo'ladi.

Kurakli kompressorlar: markazdan qochma va o'qiy bo'ladi. Kompressorlarni xarakterlovchi asosiy ko'rsatkichlarga havo sarfi

Q_m , boshlang'ich R_1 va oxirgi R_2 bosimlar, siqilish koeffitsienti $\varepsilon = R_2/R_1$, aylanish soni n va kompressor valining quvvati N kiradi.

Kompressor $\varepsilon > 1,15$ kattalikda gazni siqadi va siqish jarayonida uning qovurg'alari sun'iy ravishda soviydi.

GES va GAESlarda siqilgan gazdan foydalanish, uni oson yig'ish, quvurlar orqali qulay uzatish sababli, u keng tarqalgan.

Havo bosimi megapaskalda o'lchanadi (MPa). 1 kg/sm^2 gaz bosimi $0,0980665 \text{ MPa}$ teng, ya'ni 1 MPa taxminan 10 kg/sm^2 teng. Havo birligi qilib harorati 20°N bo'lgan GOST 2939-63 keltirilgan va 760 mm.sim.ust. ($0,1 \text{ MPa}$) nominal atmosfera bosimiga keltirilgan 1 m^3 havo qabul qilingan.

Kompressorning unumdorlik birligi qilib $1 \text{ m}^3/\text{min}$ havo qabul qilingan.

Havoning fizik hossasiga quyidagilar kiradi: molekulyar massasi $M=28,96$; gaz doimiysi $k=29,27$; $0,1 \text{ MPa}$ qaynash harorati -193°N , kritik harorati 140°N , kritik bosimi $3,72 \text{ MPa}$.

GES va GAESlarda $0,4$ dan $6,4 \text{ MPa}$ bosimda ishlovchi turli xil mehanizm va qurilmalarda siqilgan gazdan foydalaniladi.

$0,4$ dan $0,9 \text{ MPa}$ gacha bo'lgan ishchi bosim har xil talabga javob beruvchi pnevmatik uskunalarda, qum oqimchali va bo'yash qurilmalarida, gidroagregatni to'xtatishda tormoz qurilmasida, pnevmogidravlik asboblarda, suv tashlovchi to'g'onlarning zatvorlar oldida hosil bo'ladigan moddalarni haydash tizimida ishlatiladi. Ba'zi hollarda $0,9 \text{ MPa}$ bo'lgan siqilgan havo turbinalarning pnevmatik zichlovchi moslamalarida, gidroagregatning sinxron kompensator ishlash tartibiga o'tishida, turbina ishchi g'ildiragining ishchi kameradan suvni siqib chiqarishida ishlatiladi.

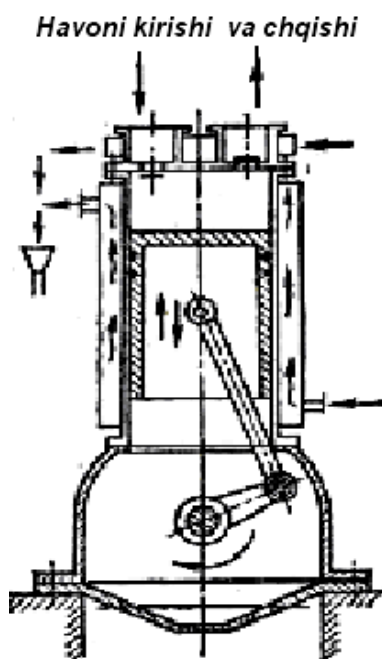
Gidroakkumlyatsion energetikstantsiya agregatlarini nasos rejimida ishga tushirish paytida, suv siqib chiqarishda siqilgan havo ishlatiladi.

Kompressorlar $2,1$ dan $4,1 \text{ MPa}$ ishchi bosimda yuqori kuchlanishli o'chirgichlarda va ajratgichlarda ishlatiladi hamda $4,1$ dan $6,4 \text{ MPa}$ ishchi bosimda gidroagregatlarning moy bosimli qurilmalari gidroakumulatorlarida, ba'zi hollarda ishchi kameradan suvni siqib chiqarishda ishlatiladi.

Porshenli kompressorning tuzilishi va ishlash printsipti

Porshenli kompressor porshenli nasoslarga o'xshab hajmiy mashinalar sinfiga kiradi. Porshenli nasoslar tuzilishi va ishlashi, siqiluvchan suyuqlikni haydashi sababli kompressorlardan farqlanadi. Porshenli kompressorlar porshenli nasoslarga o'xshab asosiy va ikkilamchi qismlarga ega. 17.1-rasmda bitta porshenli kompressorda havoning kirishi va chiqishi, hamda kompressor korpusini sovitish uchun yon tomondan suv berilishi ko'rsatilgan.

17.2-rasmda ikki porshenli kompressorlarning bir-biriga nisbatan joylashish shemasi ko'rsatilgan (17.2- a,b, c, rasmlarda porshenlar joylashishi 90° da, v rasmda 180° da).

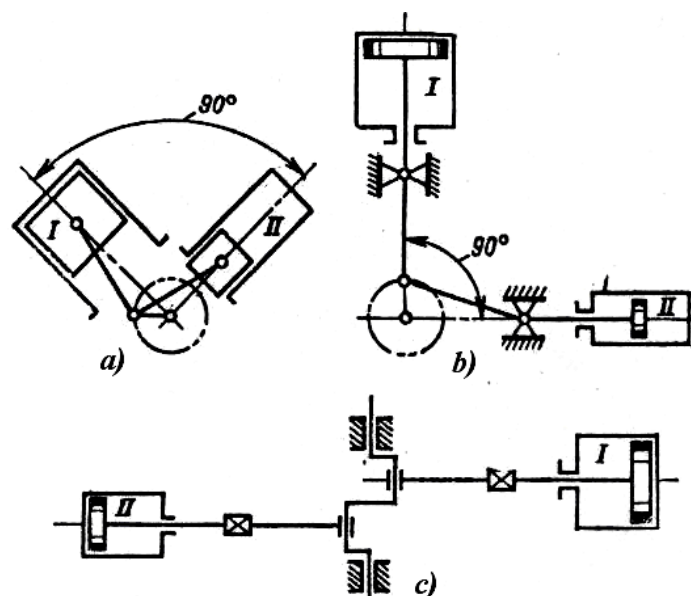


23.1-rasm

Issiqlik dinamikasi nuqtayi nazaridan real holatda gazni siqish ideal gazdan farqlanadi, chunki real holatda hajm va boshqa yo'qolishlar hisobga olinadi.

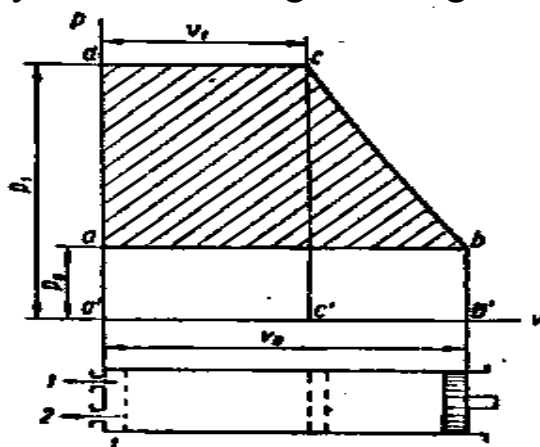
Quyidagi yo'l qo'yishlar orqali porshenli ideal kompressorni rvkoordinata bo'yicha ko'riladi:

1. Silindrdan siqilgan gaz qoldiqsiz siqib chiqariladi;
2. So'rish va siqib chiqarish jarayonida bosim o'zgarmas bo'lib qoladi;
3. Energiya yo'qolishi bo'lmaydi. Porshenli kompressorning indikator diagrammasi tahlil qilib ko'riladi (23.3-rasm)



23.2-rasm. Ikki porshenli kompressorlarning bir-biriga nisbatan joylashish shemasi

Porshen 1 holatdan o'ng tomonga harakat qilganda 1 klapan ocxilib, silindrning ichi gaz bilan to'la boshlaydi. So'rish jarayoni, porshenning o'ngga harakati tamom bo'lguncha davom etadi. P_o so'rish bosimining yo'nalishi chizig'i av to'g'ri chiziq bo'ladi.



23.3-rasm. Porshenli kompressorning indikator diagrammasi

Porshenning orqa tomonga harakat qilishi boshlanganda so'rish klapani 1 tezkorlik bilan yopiladi, silindrning chap bo'shlig'idagi gaz bc jarayon bo'yicha siqiladi. U holda v nuqtada so'rish klapanining tezkorlik bilan yopilishiga to'g'ri keladi.

Silindrdagi P_1 bosim (s -nuqtada) siqib chiqarish klapanining purjinasi kuchlanishini engishi bilan u tezkorlik bilan ocxiladi va shu daqiqadan boshlab c_a chizig'i bo'yicha gaz siqila boshlaydi.

Porshen chap tomonning eng chetiga kelganda to'xtaydi va u o'ng tomonga qarab harakat qiladi, so'rish klapani ocxiladi va bosim r_0 kattaligigacha kamayadi. SHu bilan sikl tugaydi.

Diagrammaning shtrixlangan qismi kompressor valining bir marta to'la aylanganda bajarigan ishini ko'rsatadi, ya'ni bu siklda so'rish va chiqarish jarayoni bajariladi. To'liq bajarilgan ish so'rishga (abb^1a^1 maydoni), siqishga (bcc^1b^1 maydoni) va siqib chiqarishga (c^1cda^1 maydoni) ketgan ishlar yig'indisidan tashkil topadi.

Amalda kompressorning ish ikli nazariydan quyidagilar bilan farqlanadi: Haqiqiy holda esa zararli bo'shliq hisobiga hamma gazlar porshenning siqishi paytida silindrdan siqib chiqarilmaydi (17.4-rasm).

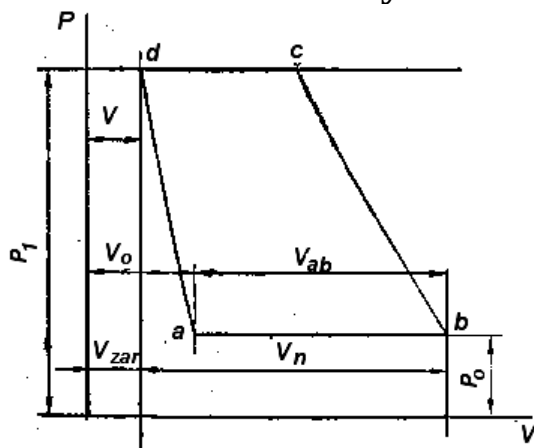
Chunki gazning bir qismi porshenning oxirgi holati bilan qopqoq orasida va silindr bilan chiqarish klapani birlashib turuvchi kanallar orasida qoladi. *Da* egri chizig'i qoldiq gazning kengayish jarayonini ifodalaydi. Qachon qoldiq gazning bosimi so'rishdagi bosim P_0 bilan tenglashganda *a* nuqtada so'rish klapani ocxiladi. So'rish paytida porshen orqali $V_h - V_{bc}$, bo'shatilgan hajmning bir qismi foydalanmay qoladi.

$$\frac{V_{bc}}{V_n} = \lambda_o \text{ nisbati hajmiy FIK deyiladi.}$$

Bu erda V_{bc} - so'rish paytida silindrga kirayotgan gaz hajmi, m^3 .

$$\frac{V_{zar}}{V_n} = a, \text{ zararli bo'shliqdagi nisbiy hajm.}$$

Porshenli nasosni nazariy ishlash sikli



23.4-rasm. Porshenli kompressorning uzatish koeffitsientining indikator diagrammasi

Uzatish koeffitsienti

$$\lambda = 0,65 - 0,85.$$

bu erda V- so‘rish sharoiti bilan (T_0 va P_0) bog‘liq bo‘lgan, chiqarish quvuriga berilgan gazning hajmi.

Uzatish koeffitsienti, $\lambda = \frac{V_o}{V_n}$; $\lambda = 0,75-0,95.$

Kompressorning turli bosimda elektrodvigatel quvvat sarfini aniqlash

Kompressorning tuzilishi bilan tanishgandan keyin u ishga tushiriladi.

Buning uchun:

1. O‘lchagich asboblarni elektr shemasi to‘g‘ri yig‘ilganligi tekshiriladi.
2. Hajmiy bak kranini yopish zarur.
3. Elektrodvigatelni ishga tushirish.
4. Elektrodvigatel ishga tushishi bilan hajmiy bakdagi bosimni har bir 0,5 atm. oshirilganda ketgan vaqt va sarflangan tok I, hamda kuchlanish U, o‘lchanib boriladi.

23.1-jadval

T/r	Bakdagi bosim, pa_{tm}	Sarflangan vaqt, t, sek	Elektr asboblarni ko‘rsatkichi		Elektr dvigatelning quvvati, W, kVt	Ilova
			Tok kuchi, I, A.	Kuchlanish, U, V.		
1	0,5					Vatmetr ko‘rsatkichi 1 faza ko‘rsatkichini beradi
2	1,0					
3	1,5					
4	2,0					
5	2,5					
6	3,0					

Hamma olingan kattaliklar jadvalga kiritiladi.

Jadvaldagi kattaliklar bo‘yicha $n=f(1)$; $R=f(t)$ bog‘liq grafik quriladi.

Olingan kattaliklar asosida quyidagi formula orqali quvvat topiladi: $W=1,73.I.U.\cos\varphi$ (Vt).

Bu erda I – tok kuchi (A); U - kuchlanish (V). $\cos\varphi=0,89$.

Nazorat savollari

1. Ishdan maqsad.
2. Porshenli kompressorni foydali quvvati tushuntiring.
3. Porshenli kompressorning sarflangan quvvatini ifodalab bering.
4. Porshenli kompressorning sarf tenglamasini tushuntiring.
5. Porshenli kompressorning xarakteristkasi qanday topiladi.

24– LABORATORIYA ISHI

GIDROYURITGICH (GIDROMOTOR) O‘QINING AYLANISH YO‘NALISHINI O‘ZGARTIRISH VA DROSSELLASH USULI BILAN UNING TEZLIGINI O‘ZGARTIRISH GIDROTIZIMINI YIG‘ISH VA ISHLATISH

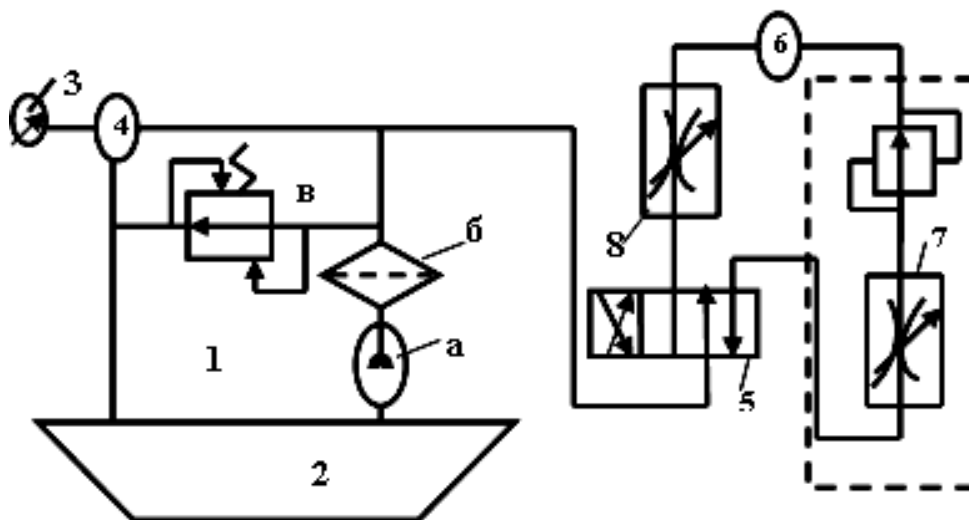
Ishdan maqsad

1. Gidroyuritgich (gidromotor) o‘qini soat strelkasi va unga teskari yo‘nalishlar bo‘yicha aylantirib gidrotizim shemasini yig‘ish va ishlatish.

2. Gidroyuritgich (gidromotor) o‘qi aylanish tezligini drossellash usuli bilan o‘zgartirish va uning tezligini aniqlash.

Gidroyuritmaning ish shemasi bilan tanishish va uni yig‘ish

Talabalar tomonidan maxsus qurilmada quyida keltirilgan (18.1-rasm) gidrotizim shemasi yig‘iladi.



24.1-rasm. Gidroyuritgich o‘qini aylanishini o‘zgartirish va drossellash usuli bilan tezligini sozlash shemasi

1–gidronasos qurilmasi: a) gidronasos elektrodvigatel bilan birgalikda (G 12-31 M); b) suyuqlik tozalovchi element (filtri); v) saqlagich yopqichi; 2 – suyuqlik idishi (moy idishi); 3 – manometr; 4–manometrni ulaydigan zolotnik; 5 – taqsimlagich (VMM 6547 A; 6–gidroyuritgich (G 15-21 N); 7 – drossel - 1 (PG77-12); 8 – drossel - 2 (MPG 55-32).

18.1-rasmdagi gidrotizim shemasi yig‘ib bo‘lingach, uning to‘g‘riligi dars olib boruvchi o‘qituvchi tomonidan tekshiriladi va shundan so‘ng gidronasos qurilmasini yurguzuvchi “pusk”

tugmachasini bosib yurgiziladi. Bu paytda suyuqlik taqsimlovchi element (5) ning dastagi “0” holatda bo‘lishi shart.

Texnika xavfsizligiga amal qilib, har doim yodda tutish kerak. Gidrotizimlar har doim yuqori bosimda (1-15 atm.) ishlaydilar. Agarda gidrotizimlardan ish davomida suyuqlik sizib chiqsa yoki suyuqlik, quvurlari (ya’ni rezinali shlanglar) yorilib ketsa, birinchi navbatda gidronasosni to‘xtatish kerak. Buning uchun maxsus qurilmadagi “to‘xta” tugmachasini bosish kerak.

Tajribani bajarish tartibi va asosiy o‘lchamlarini olish

Tajribani o‘tkazish uchun quyidagilarni bajarish kerak:

a) maxsus qurilmadagi “pusk” tugmachasini bosib nasos qurilmasi ishga tushiriladi;

b) nasos qurilmasidagi saqlagich yopqichning (18.1-rasm 1 v bo‘limi) dastagi buralib, gidrotizimdagi suyuqlikning ish bosimi sozlanadi. Bosimning qiymati manometr (3) orqali kuzatiladi va 24.1-jadvalga yozib qo‘yiladi;

d) shu holatda (ya’ni $p = 5 \text{ kg/sm}^2$) drossellash dastaklarini ikkinchi holatga qo‘yib taqsimlagich (5) ning dastagini birinchi holatga o‘tkazib shu paytda “sekundomer” yurgiziladi va gidroyuritgich o‘qining soat strelkasi yo‘nalishi bo‘yicha 60 sek. ichida aylanish soni aniqlanadi va 24.1-jadvalga kiritiladi;

e) drossellash dastagini ikkinchi holatga o‘tkazib tajriba “v” bo‘limdagidek qaytariladi. Olingan natijalari 18.1-jadvalga kiritiladi. Taqsimlagich dastagini “0” holatga keltirib gidroyuritgichning harakati to‘xtatiladi;

f) drossellash dastaklari birinchi holatga keltirilib, taqsimlagich (5) ning dastagi ikkinchi holatga quyiladi. Bunda gidroyuritgich o‘qi soat strelkasi yo‘nalishiga teskari harakat qiladi. Sekundomer yurgizilib, gidroyuritgich o‘qining 60 sek. ichida aylanish soni aniqlanadi va 18.1-jadvalga kiritiladi;

№	Mano- metr ko'rsat gichi	Drossel ning hara- kat 1-2	Gidroyurit- maning soat strelkasi bo'yicha harakati	Gidroyurit- maning 1 minut ichidagi aylanishlar soni	Gidroyuritm aning soat strelkasiga teskari harakati	Gidroyuritm aning 1 minutda teskari aylanishlar soni
	p_m , (kg/sm ²)	№	$t_{s.str.b}$	n_{ayl}	n_{ayl}	n_{ayl}
1	5,0		60		60	
2	5,0		60		60	
3	5,0		60		60	

g) drossellash dastaklarini ikkinchi holatga o'tqazib, tajriba "d" bo'limdagidek qaytariladi. Taqsimlagich dastagini "0" holatga keltirib gidroyuritgichning harakati to'xtatiladi. Bu tajriba drossellash dastaklarining bir necha holatlari uchun 2-3 marta qaytariladi;

h) maxsus qurilmadagi (18.1-rasm) "to'xta" tugmachasini bosib, nasos qurilmasi to'xtatiladi va shuning bilan tajriba tugaydi.

Tajriba natijalarini hisoblash

Gidroyuritgich aylanish tezligining odatda 1 min. ichidagi yoki 60 sek. ichidagi soni aniqlanadi. SHuning uchun quyidagi tenglamalardan foydalaniladi:

$$n_{ayl} = \frac{n_{st.b}}{t}, (\text{ayl/min}); \quad n_{ayl} = \frac{n_{st.ya}}{t}, (\text{ayl/min})$$

Nazorat savollar

1. Hidroyuritgich (gidromotor) o'qini soat strelkasi va unga teskari yo'nalishlar bo'yicha aylantirib gidrotizim shemasini yig'ish va ishlatishni gapirib bering.
2. Hidroyuritgich (gidromotor) o'qi aylanish tezligini drossellash usuli bilan o'zgartirish va uning tezligini aniqlashni gapirib bering.
3. Hidroyuritmaning ish shemasi tushuntirib bering.

25– LABORATORIYA ISHI

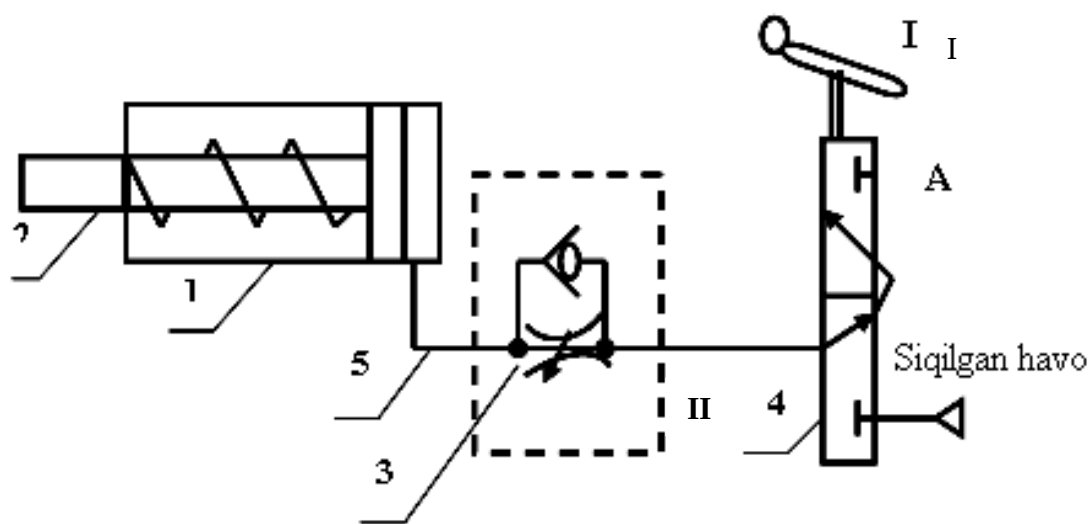
BIR VA IKKI TOMONLI ISHLAYDIGAN SILINDRLAR YORDAMIDA ODDIY PNEVMOSXEMALARNI YIG‘ISH VA ULARNING ISHLARINI VAQT ICHIDA BOSHQARISH

Ishdan maqsad

1. Bir tomonlama ishlaydigan silindr asosida pnevmosxema yig‘ish va silindr o‘qi tezligining yurishini rostlash (drossellash yo‘li) bilan tanishish.
2. To‘rt yurishli ikki holatli pnevmotaqsimlovchi yordamida ikki tomonlama ishlaydigan silindrning ishini boshqarish bilan tanishish va bajarish.
3. Silindrning ishini vaqt birligi ichida boshqarish tizimi bilan tanishish va bajarish.

Sxemalar bilan tanishish va ularni yig‘ish

Bir tomonlama ishlaydigan silindr asosida pnevmosxema yig‘ish va silindr o‘qi tezligining oldinga yurishini rostlash (drossellash yo‘li) bilan tanishish. Ishning bu qismini bajarish uchun talabalar maxsus tajriba qurilmasida quyidagi sxemalarni yig‘ishlari kerak (19.1-rasm).



25.1-rasm. Tajriba qurilmasi shemasi

1–bir tomonlama ishlaydigan pnevmo-silindr ($D=26$ mm; yurish yo‘li $L=60$ mm); 2 – pnevmo-silindr o‘qi; 3 – orqalama klapanli pnevmodrossel (P-RK-3.2); 4 – pnevmotaqsimlagich (P-RK-3,2); 5 – havo tarmog‘i.

Bu sxemada bir tomonlama qaytargich prujinali pnevmo-silindr porshenining tezligini rostlash ko'riladi.

19.1-rasmdagi sxema yig'ilib bo'lingach uning to'g'riligi dars olib boruvchi o'qituvchi tomonidan tekshiriladi va shundan so'ng sxemani siqilgan havo manbaiga ulashga ruxsat etiladi (yoki siqilgan havo beruvchi kompressor ishga tushiriladi).

Ishni bajarish tartibi

Pnevmo-taqsimlagich (4) ni birinchi holatdan ikkinchi holatga o'tkazsak, drossel orqali ma'lum tezlikka erishgan siqilgan havo silindrning o'qsiz qismiga kiradi va porshen belgilangan tezlik bilan chap tomonga harakat qiladi (ish harakati). Bu holatda orqalama klapan (3) yopiq bo'lib, siqilgan havoning drossel yonidan erkin o'tishiga to'sqinlik qiladi.

Pnevmotaqsimlagich (4) birinchi holatga qaytarilsa, porshen prujinaning yordamida tezda o'zining boshlang'ich holatiga qaytadi. SHunda siqilgan havo orqalama klapan (3) orqali erkin atmosferaga chiqariladi. SHu bilan tajriba ishining birinchi qismi tugaydi.

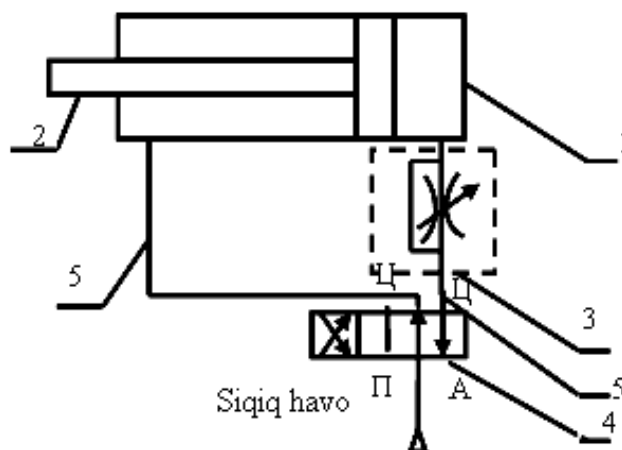
To'rt yurishli ikki holatli pnevmo-taqsimlovchi yordamida ikki tomonlama ishlaydigan silindrning ishini boshqarish bilan tanishish va bajarish

Ishning ikkinchi qismini bajarish uchun talabalar maxsus tajriba qurilmasida quyidagi sxemani yig'ishlari kerak.

Bu sxema yordamida porshenning kirish qismidagi harakat tezligi rostlanadi.

Bu jarayon drossel va orqalama klapan yordamida bajariladi. 25.2-rasmdagi sxema yig'ib bo'lingach uning to'g'riligi dars olib boruvchi o'qituvchi tomonidan tekshiriladi va shundan so'ng sxemani siqilgan havo manbaiga ulashga ruxsat etiladi (siqilgan havo beruvchi ishga tushiriladi).

1–ikki tomonlama ishlaydigan nevmotsilindr ($D=26$ mm; yurish yo'li $L=110$ mm); 2 – pnevmo-silindrning o'qi; 3 – orqalama klapanli pnevmo-drossel (P-DK-S); 4 – pnevmo-taqsimlagich (B7E-I. M); 5 – havo tarmog'i.



25.2-rasm. To‘rt yurishli ikki holatli pnevmo-taqsimlovchi yordamida ikki tomonlama ishlaydigan silindrning ishini boshqarish shemasi

Pnevmosilindrning bu shaklda ulanishi porshen harakat tezligi uncha aniq bo‘lmagan rostlash kerak bo‘lganda qo‘llaniladi. Harakatning boshlanishida porshenning harakat tezligi drossel orqali belgilangan tezlikka teng bo‘ladi. Lekin silindrning o‘qiga qo‘yilgan tashqi kuch ostida porshenning harakat tezligi sekinlik bilan kamaya boradi.

Ishni bajarish tartibi

Ishni bajarish uchun pnevmo-taqsimlagich (4) yordamida va orqalama klapan, pnevmo-drossel (3) orqali siqilgan havo porshenga ta’sir etilgan holatda pnevmo-silindr o‘qi (2) ning harakat tezligi kuzatiladi.

Porshen pnevmo-silindr chap qismining oxiriga etganida pnevmo-taqsimlagich (4) ni boshlang‘ich holatga keltiriladi. SHunda sxema yana boshlang‘ich holatga qaytib keladi. Drossel yordamida pnevmo-silindrga keladigan siqilgan havoning miqdorini o‘zgartirish yo‘li bilan tajribani 2-3 marotaba qaytariladi.

Vaqt birligi ichida silindr ishining boshqarish tizimi bilan tanishish va bajarish

Ishning uchinchi qismini bajarish uchun talabalar maxsus tajriba qurilmasida quyidagi sxemani yig‘ishlari kerak.

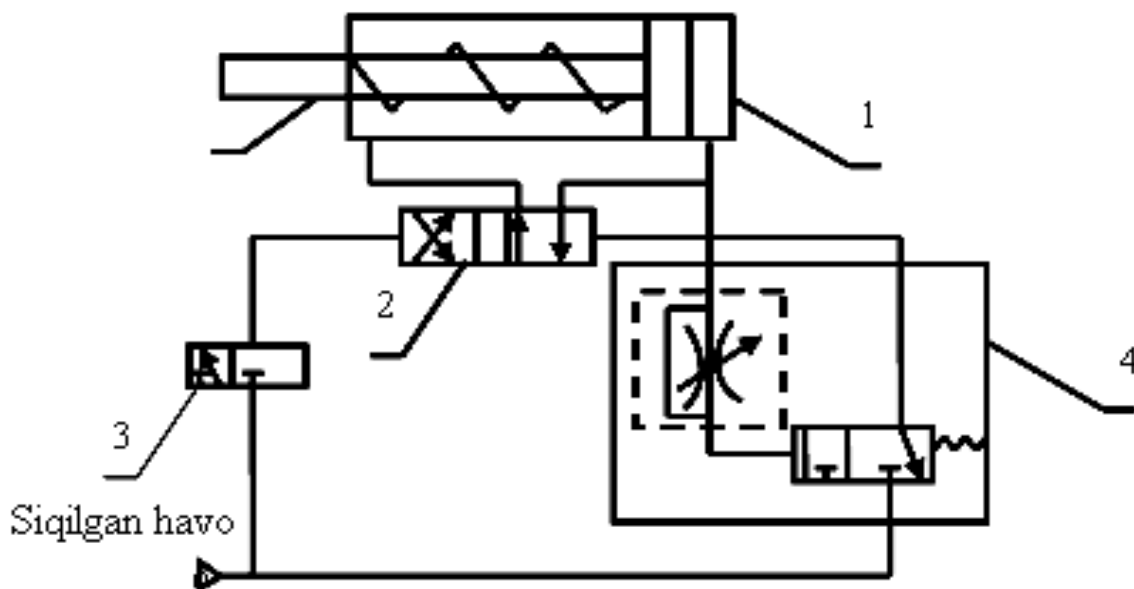
Pnevmo-silindrning bu shakldagi ishlash shemasi diskret (ustun) shaklidagi buyruq signalini orqa tomonidan o‘tishini ushlab qolish uchun yig‘iladi (chiqish signali kirish signali bilan birgalikda paydo bo‘lib, ma’lum berilgan vaqt o‘tishi davomida yo‘qoladi).

19.3-rasmdagi sxema yig'ib bo'lingach, uning to'g'riligi dars o'tuvchi o'qituvchi tomonidan tekshiriladi va shundan so'ng sxemani siqilgan havo manbaiga ulashga ruxsat etiladi yoki siqilgan havo beruvchi kompressor ishga tushiriladi.

1-pnevmosilindr ($D=26$ mm, yurish yo'li $L=110$ mm); 2–pnevmotaqsimlagich (VbZ-11M); 3 – pnevmotaqsimlagich (P-RK-3,2); 4 – vaqtni o'zgartirib turuvchi pnevmoklapan (P-KVV 4/10).

Ishni bajarish tartibi

Sxemani ishga tushirish knopkasi (3) bosilgandan so'ng, tarmoqdagi boshqaruvchi signal taqsimlovchi (2) boshqa holatga o'tkaziladi. Siqilgan havo silindr (1) ning o'qsiz tomoniga kiradi va porshenni ish holatiga harakat qilishga majbur etadi va shu vaqt ichida siqilgan havo vaqtni ushlab turuvchi pnevmo-klapan (4) ning ham ichiga kiradi. Pnevmo-klapan (4) da o'rnatilgan vaqt ushlagich porshenning ish holatiga keltirish vaqtini ham belgilaydi.



25.3-rasm. Vaqt birligi ichida silindr ishini boshqarish shemasi

Ishni topshirish tartibi

Tajriba ishining hisobotida pnevmo-silindrning uch tur ulanish sxemalari va taqsimlovchi elementlari keltiriladi. Har bir sxemaning qisqacha tuzilishi ishlash va ishning maqsadi yozma holatda keltiriladi.

Nazorat savollar

1. Bir tomonlama va ikki tomonlama ishlaydigan pnevmo-silindrlarning tuzilishi va ishlash printsipi.
2. P-RK-3,2 pnevmo-taqsimlagichning tuzilishi va ishlash printsipi.
3. V63-11M pnevmo-taqsimlagichning tuzilishi va ishlash printsipi.
4. P.DK-S tipidagi orqalama klapanli pnevmo-drosselning tuzilishi va ishlash prinsipi.

FOYDALANILGAN ASOSIY DARSLIKLAR VA O'QUV QO'LLANMALAR RO'YXATI

1. Q.Sh. Latipov, Gidravlika, gidromashinalar va gidroyuritmalar T.1994.
2. A.A. Shokirov, A.A.Karimov, A.E.Parmonov “Ixcham gidravlika” T. 2010.
3. A.A.Karimov,A.A. Shokirov, A.A. Mukolyans “Gidravlika asoslari, nasoslar va kompressorlar” “Noshir” Toshkent-2013.
4. А.Д. Гиргидов Механика жидкости и газа (Гидравлика). Санкт-Петербург. Издательство СПбУ. 2004.
5. С.А. Абдурашидов, А.А. Тупенченко. Насосы и компрессоры. - М.: Недро, 1984.
6. З.С. Шлипчэнко. Насосы, компрессоры и вентилятор. – Киев: Техника, 1989.
7. В.М. Черкасские, Т.М. Раманова. Насос, компрессор и вентилятор. М.: Энергия, 1978.
8. И.Л. Поих, “Техническая гидромеханика” Э. Маш. 1986.
9. М.Е. Дзеч и др. Гидрогазомеханика. - М.: Энергоатомиздат, 1984.

QO'SHIMCHA ADABIYOTLAR

1. A.A Shokirov, A.A. Karimov, A.A. Mukolyants. G.B. Isroilova. Gidravlika fanidan tajriba ishlari uchun metodik ko'rsatma. - T.: 2008.
2. P.X.Ubaydullayv, B.P.Ubaydullayv. Amaliy suyuqlik mexanikasi (Gidravlika) o'quv qo'llanma. - T.: 2003.
3. А.Г. Лойтсъянский. Механика жидкости и газа. - М.: 1978.
4. A.A.Karimov. Nasos, kompressor stansiyalarni loyihalash va ishlatish (ma'ruza matni). – ToshDTU, 1999.
5. A.A. SHokirov, A.A. Hamidov, SH.R. Isanov. Gidromexanikadan laboratoriya amaliyotlari (o'quv qo'llanma). – Toshkent, 2004.

ELEKTRON RESURLAR

1. <http://www.uzbekistan.uz>
2. <http://www.bilim.uz>
3. [Kgge. ucoz. net.](http://kgge.ucoz.net)

№	MUNDARIJA	bet
1.	Kirish	3
2.	GIDROGAZODINAMIKA	5
3.	1 – laboratoriya ishi Kapillar viskozimetr yordamida suyuqlikning dinamik qovushqoqlik koeffitsientini aniqlash	5
4.	2 - laboratoriya ishi Engler viskozimetri yordamida suyuqlikning kinematik qovushqoqlik koeffitsientini aniqlash	8
5.	3- laboratoriya ishi Pezometrlar ko'rsatkichi bo'yicha idishdagi manometrik va absolut bosimni aniqlash	11
6.	4- laboratoriya ishi Nuqtadagi bosimni aniqlash va pezometrik tekislikni qurish	14
7.	5- laboratoriya ishi Suyuqlik harakat tartibini reynolds asbobi yordamida tekshirish	17
8.	6 – laboratoriya ishi Laminar harakatda quvurdagi suyuqlik naporini yo'qolishi	22
9.	7-laboratoriya ishi Quvurda suyuqlikning laminar harakatida, naporini yo'olishi bo'yicha kinematik qovushqoqlik koeffitsienti ν ni aniqlash	26
10.	8- laboratoriya ishi Quvurdagi suyuqlikni laminar harakatidagi to'liq naporini yo'qolishini aniqlash	28
11.	9 – laboratoriya ishi Quvurdagi suyuqlikning turbulent harakatida gidravlik qarshilik koeffitsienti λ ning qiymatini aniqlash	31
12.	10 – laboratoriya ishi Suyuqlik harakat tartibini reynolds asbobi yordamida tekshirish	34
13.	11 – laboratoriya ishi Bernulli tenglamasi yordamida pezometrik va to'liq bosim chizig'i diagrammasini qurish	37
14.	12 – laboratoriya ishi Quvurning uzunligi bo'yicha gidravlik ishqalanish qarshilik koeffitsientini tajriba yo'li bilan aniqlash	46
15.	13– laboratoriya ishi Maxalliy qarshilik koeffitsientini tajriba yordamida aniqlash	53
16.	14 – laboratoriya ishi Suyuqliklar harakatida gidravlik parametrlarni aniqlash uchun universal qurilma	58
17.	15 – laboratoriya ishi Quvurlarning keskin kengayishida naporning yo'qolishini aniqlash	62
18.	16 – laboratoriya ishi Tajriba yo'li bilan venturi sarf o'lchagichini doimiysini aniqlash	65

19.	GIDROMASHINALAR Haqida umumiy tushunchalar	69
20.	17 – laboratoriya ishi Markazdan qochma nasosni tajribada sinash	72
21.	18 – laboratoriya ishi Xajmiy nasosni tajribada sinash	81
22.	19 – laboratoriya ishi SHesternyali nasosni tajribada sinash	85
23.	20 – laboratoriya ishi Uyurmali nasosni tajribada sinash	90
24.	21– laboratoriya ishi Plunjerli nasosni tajribada sinash	96
25.	22 – laboratoriya ishi Markazdan qochma ventilatorning xarakteristikalarini aniqlash	100
26.	23 – laboratoriya ishi Porshenli kompressorni tajribada sinash	107
27.	24 – laboratoriya ishi Gidroyuritgich (gidromotor) o‘qining aylanish yo‘nalishini o‘zgartirish va drossellash usuli bilan uning tezligini o‘zgartirish gidrotizimini yig‘ish va ishlatish	114
28.	25 – laboratoriya ishi Bir va ikki tomonli ishlaydigan silindrlar yordamida oddiy pnevmosxemalarni yig‘ish va ularning ishlarini vaqt ichida boshqarish	117
29.	Foydalaniladigan asosiy darsliklar va o‘quv qo‘llanmalar ro‘yxati	122

«Gidrogazdinamika» fanidan tajriba ishlarini bajarish bo‘yicha o‘quv ko‘rsatma.

Tuzuvchilar: A.A.Karimov., N.R.Umirova., D.M.Pulatova.,
S.Q.Shog‘uchqorov., S.SH.Maxmudov

Muharrir:

Tex. Muharrir: Sh. Dexkanova.