

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI QISHLOQ VA SUV XO‘JALIGI
VAZIRLIGI**

**TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI**



**“GIDRAVLIKA, GIDROMASHINALAR, GIDRO VA
PNEVMOYURITMALAR”**

fanidan grafik hisoblash ishlarini bajarish bo‘yicha

USLUBIY KO‘RSATMA

TOSHKENT – 2017

Ushbu uslubiy ko‘rsatma institut ilmiy-uslubiy Kengashining “13” oktyabr 2017 yilda bo‘lib o‘tgan 6-sonli majlisida ko‘rib chiqildi va chop etishga tavsiya etildi.

Uslubiy ko‘rsatma “Gidravlika va gidravlik mashinalar” va “Gidravlika, gidro va pnevmoyuritma” fanlari dasturi asosida tuzilgan bo‘lib, 5450300-Suv xo‘jaligi va melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalashtirish va 5640100 — Hayot faoliyat xavfsizligi bakalavriat ta‘lim yo‘nalishlari talabalari uchun mo‘ljallangan

Tuzuvchilar:

X.Isakov, t.f.n., dotsent

A.Xodjiyev, kat. o‘qituvchi

T.Apakho‘jaeva, ass.

Taqrizchilar:

X.Fayziev, Toshkent Arxetektura va Qurilish instituti «Zamin va poydevorlar gidrotexnik inshootlar» kafedrasida dotsent, t.f.n.,

I.Axmedxodjaeva, prof., t.f.n.

© Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti, 2017 yil

Kirish

“Gidravlika va gidravlik mashinalar” va “Gidravlika, gidro va pnevmoyuritma” fanlarini o‘rganish jarayonida talabalarning nazariy bilimlari amaliy mashg‘ulotlarda tadbiiq etishda bir muncha qiyinchiliklarga uchramoqda. Bizning nazarimizda, bunga sabab davlat tilida mustaqil topshiriqlarni bajarishga mo‘ljallangan adabiyotlarning yetishmasligidir.

Ushbu uslubiy ko‘rsatmada nazariy mashg‘ulotlarda keltirib chiqarilgan asosiy qonuniyatlarning qisqa bayoni berilib, ulardan amaliyotda qanday foydalanish kerakligini bir necha misol va masalalar yechimida ko‘rsatilgan.

Uslubiy ko‘rsatma “Gidravlika va gidravlik mashinalar” va “Gidravlika, gidro va pnevmoyuritma” fanlari dasturi asosida tuzilgan, 5450300-Suv xo‘jaligi va melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalashtirish va 5640100 — Hayot faoliyat xavfsizligi bakalavriat ta‘lim yo‘nalishlari talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, ko‘rsatmada keltirilgan masalalar talabanning mutaxassisligiga mos ravishda, hamda o‘qitilayotgan fanni boshqa fanlar bilan aloqadorligini ko‘rsatish asosida tanlab olindi.

Uslubiy ko‘rsatma “Gidravlika va gidravlik mashinalar” va “Gidravlika, gidro va pnevmoyuritma” fanlarini o‘qitish dasturlari asosida yozilgan bo‘lib, topshiriqlarni bajarish tartibini o‘z ichiga oladi. Ko‘rsatmada keltirilgan masalalarning har biri o‘tiladigan mavzuga mos ravishda yechimi berilgan.

Uslubiy ko‘rsatma talabalarning grafik hisoblash ishlarini mustaqil bajarishlariga ko‘makdosh bo‘ladi degan umiddamiz.

1. SUYUQLIKLAR. SUYUQLIKLARNING FIZIK XOSSALARI.

Suyuqlik deb, juda kichik kuch ta'sirida o'z shaklini o'zgartiruvchi (oquvchanlik xususiyati) va bosim ta'sirida juda kam siqiladigan fizik moddaga aytiladi.

Gidravlikada suyuqliklar ikki guruhga bo'linadi: tomchisimon va gazsimon. Hidravlika kursi asosan tomchilanuvchi suyuqliklar bilan shug'ullanadi. Tomchilanuvchi suyuqliklarga suv, spirt, neft, simob misol bo'la oladi.

1.1. Suyuqlikning asosiy fizik xossalari.

1. **Zichlik** – suyuqlikning hajm birligiga to'g'ri kelgan tinch holatdagi massasi:

$$\rho = \frac{m}{W} \quad (1.1.)$$

Bu yerda: m –suyuqlikning massasi;
 W – suyuqlikning hajmi.

SI sistemasida zichlikning o'lchov birligi quyidagicha qabul qilingan: $\frac{kg}{m^3}$
Ba'zan amaliyotda nisbiy zichlik tushunchasi kiritiladi:

$$\delta = \frac{\rho}{\rho_{suv}}$$

Nisbiy zichlik – suyuqlik zichligining suvning 4⁰C haroratidagi va normal atmosfera bosimidagi (P=760 mm simob ustuni) zichligi nisbatiga aytiladi.

Zichlik haroratga bog'liq ravishda o'zgaradi. Quyidagi jadvalda (1.1 jadval) suv zichligining haroratga bog'liqligi keltirilgan.

1.1 jadval

t ^o C	0	4	10	20	40	60
ρ kg/m ³	999.87	1000.0	999.75	998.26	992.2	988.2

2. **Solishtirma og'irlik** deb, hajm birligidagi modda og'irligiga aytiladi va γ harfi bilan belgilanadi.

$$\gamma = \frac{G}{W} \quad (1.2)$$

G – suyuqlik og'irligi

Solishtirma og'irligining o'lchov birligi SI sistemasida: $\frac{H}{m^3}$

Texnik sistemada: $\frac{kgk}{m^3}$

O'lchov birliklari orasidagi bog'lanish:

$$1 \frac{kgk}{m^3} = 9.81 \frac{H}{m^3} = 10^{-3} \frac{Tk}{m^3}$$

Solishtirma og'irlik areometrlar yordamida aniqlanadi.

Solishtirma og'irlik γ va zichlik ρ o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$\gamma = \frac{G}{W} = \frac{mg}{W} = \rho g, \quad \gamma = \rho g \quad (1.3)$$

3. **Suyuqliklarning issiqlikdan kengayishi.** Zichlik issiqlik o'zgarishi bilan o'zgarib boradi. Demak, issiqlik o'zgarishi bilan hajm o'zgaradi. Suyuqliklarning bu xususiyatlaridan amaliy ishlarda foydalaniladi. Suyuqliklarning hajmiy kengayishini ifodalash uchun "hajmiy kengayish harorat koeffitsient" kiritilgan bo'lib, quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\beta_t = \frac{1}{W} * \frac{\Delta W}{\Delta t}, \quad (1.4)$$

Bu yerda:

$\Delta W = W - W_0$ -qizdirilgandan keyingi va boshlang'ich hajmlar ayirmasi;

$\Delta t = t - t_0$ - haroratlar ayirmasi

β_t – juda kichik qiymat bo'lib, quyidagi jadvalda (1.2 jadvalda) bir necha suyuqliklar uchun β_t - qiymati keltirilgan ($t=20^0$ C harorat, normal)

1.2 jadval

Suyuqlik	Suv	Glitserin	Spirit	Neft	Simob	Yog' AMG-10
$\beta_t, 1/0C$	0.00015	0.0005	0.0011	0.0006	0.00018	0.0008

4. **Suyuqliklarning siqilishi.** Texnika va tabiatda bosim juda katta bo'lgan hollar uchraydi. Bunda suyuqlikning umumiy hajmi katta bo'lsa, hajmning o'zgarishi sezilarli miqdorga ega bo'ladi va u hisobga olinadi.

Suyuqliklarning siqilishini ifodalash uchun **hajmiy siqilish koeffitsienti** tushunchasi kiritilgan. Bosimni bir birlikka oshirganda suyuqlikning hajm birligida kamaygan miqdori hajmiy siqilish koeffitsient deyiladi va u quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\beta_w = - \frac{1}{W} * \frac{\Delta W}{\Delta P}, \quad (1.5)$$

Bu yerda:

$\Delta P = P - P_0$ -o'zgargan va boshlang'ich bosimlar ayirmasi;

β_w –juda kichik qiymat bo'lib, quyidagi jadvalda (1.3 jadval) bir necha suyuqliklar uchun β_w qiymati keltirilgan:

Suyuqlik	Suv	Benzin	Glitserin	Simob	Loyqalar
$1/\beta_w, \text{ mPa}$	2110	$1.3 \cdot 10^3$	$4.4 \cdot 10^3$	$3.2 \cdot 10^4$	$2.5 \cdot 10^3$

Jism massasining o'zgarishligi (1.1 formula)dan foydalanib, hajmiy siqilish koeffitsient va zichlik orasida quyidagi bog'lanishni keltirish mumkin:

$$-\frac{\Delta W}{W} = \frac{\Delta \rho}{\rho} \quad \text{bundan} \quad \beta_w = -\frac{1}{\rho} * \frac{\Delta \rho}{\Delta P} \quad (1.6)$$

(1.6) formula suyuqlik bosimining o'zgarish zichlikning ham o'zgarishiga sabab bo'lishini ko'rsatadi.

5. **Yopishqoqlik** deb, suyuqlikning suyuqlik qatlamlarining bir-biriga nisbatan harakatlanishiga qarshilik ko'rsatuvchi xususiyatini aytiladi.

Suyuqliklarning yopishqoqligi ikkita koeffitsient orqali ifodalanadi:

dinamik yopishqoqlik koeffitsient - μ

kinematik yopishqoqlik koeffitsient - ν

Yopishqoqlik hodisasi suyuqliklar harakatlanayotganda namoyon bo'ladi. Qatlamlar harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi kuch – ichki ishqalanish kuchi deyiladi.

1686 yil Nyuton ichki ishqalanish kuchini tezlik gradientiga chiziqli bog'langanligi haqidagi gipotezani ilgari suradi va u quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$F = \pm \mu S (du/dy) , \quad (1.7)$$

Bu yerda: du/dy - tezlik gradiyenti;

S - qatlamlarning yuzasi;

μ - dinamik yopishqoqlik koeffitsienti.

Ishqalanish kuchining birlik yuzaga to'g'ri kelgan kattaligiga urunma zo'riqish deyiladi.

$$\tau = \frac{F}{S} = \pm \mu \frac{du}{dy} \quad (1.8)$$

Dinamik yopishqoqlik koeffitsientining birligi SI sistemasida

$$\mu = \frac{\tau}{\frac{du}{dy}} = \frac{m \cdot s}{m^3}$$

SGS sistemasida $1 \frac{din \cdot s}{sm^3} = 1Pz, \quad Pz = "Puaz"$

Kinematik yopishqoqlik koeffitsient bilan dinamik yopishqoqlik koeffitsient orasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$v = \frac{\mu}{\rho}$$

v – ning SI dagi birligi m^2/s , SGS sistemasida sm/s bilan ifodalanadi yoki $1sm^2/s=1st$, st- “stoks”.

Yopishqoqlik koeffitsientni aniqlash uchun viskozimetr asbobidan foydalaniladi. Yopishqoqligi suvga nisbatan katta bo‘lgan suyuqliklar uchun Engler viskozimetri ishlatiladi. Yopishqoqlik suyuqliklarning turi, harorat va bosimga bog‘liq.

Suvning yopishqoqligini haroratga bog‘liqligini quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$v = \frac{0.0177}{1+0.0337t+0.00022t^2} * 10^{-4}, \frac{m^2}{s}$$

Gidroyuritgichlarda ishlatiladigan turli mineral moylar uchun bosimning 0-50 mm/m^2 chegarasida yopishqoqlik taxminan chiziqli o‘zgaradi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$v_p = v_0(1 + 0.03P), \quad (1.9)$$

Bu yerda: v_p , v_0 - tegishli bosim va atmosfera bosimida kinematik yopishqoqlik koeffitsient; P - yopishqoqlik o‘lchangan bosim.

Quyidagi jadvalda (1.4 jadval) bir necha xil suyuqliklarning yopishqoqlik koeffitsientlari keltirilgan.

1.4 jadval

Suyuqlik	Suv	Kerosin	Glitserin	Yog‘ AMG-10	Neft	Simob
$E, ^\circ C$	20	15	20	50	18	15
$\gamma, 10^{-4} m^2/s$	0.01	0.027	11.89	0.1	0.25	0.0011

1.2. Ideal suyuqliklar.

Suyuqliklar harakatini tekshirishda, odatda hamma kuchlarni hisobga olishning imkoni bo‘lmaydi. Shuning uchun ideal va real suyuqliklar modeli tuziladi. Ideal suyuqlik deb, fizik xossalari cheklangan suyuqlik aytiladi, ya’ni, ideal suyuqliklar absolyut siqilmaydigan, issiqlikda hajmi o‘zgarmaydigan, cho‘zuvchi va siljitivchi kuchlarga qarshilik ko‘rsatmaydigan abstrakt tushunchadagi suyuqliklardir. Ideal suyuqliklarning real suyuqliklardan katta farq qilishga sabab, siljitivchi kuchga qarshilik ko‘rsatish xossasi, ya’ni ichki

ishqalanish kuchi bo‘lib, uning xususiyati yopishqoqlik tushunchasida ifodalanadi. Shunga asosan, ideal suyuqliklarning yopishqoqligi yo‘q suyuqliklar deyiladi.

1.3.Masalalar:

1.1 Benzin bilan to‘ldirilgan bak quyoshda 50°C gacha harorati ko‘tarildi. Agar, bak absolyut qattiq deb qaralsa, benzinning bosimi qanchaga o‘zgaradi? Benzinning boshlang‘ich harorati 20°C, hajmiy siqilish koeffitsienti

$$\beta_w = \frac{1}{1300} * \frac{1}{\text{mPa}},$$

issiqlikdan kengayish harorat koeffitsienti

$$\beta_t = -8 * 10^{-4} \frac{1}{\text{°C}}$$

Yechimi:

(1.4) va (1.5) formulalardan foydalanib, quyidagilarni yozamiz:

$$\beta_w = \frac{\Delta W}{W} * \frac{1}{\Delta P} \rightarrow \frac{\Delta W}{W} = \beta_w * \Delta P$$

$$\beta_t = \frac{\Delta W}{W} * \frac{1}{\Delta t} \rightarrow \frac{\Delta W}{W} = \beta_t * \Delta t$$

Tenglamani o‘ng tomonlarini tenglashtirib, o‘zgargan bosim miqdorini aniqlaymiz:

$$\beta_w \Delta P = \beta_t * \Delta t$$

$$\Delta P = \frac{\beta_t}{\beta_w} * \Delta t = 1300 * 10^6 \text{Pa} * 8 * 10^{-4} \frac{1}{\text{°C}} (50\text{°C} - 20\text{°C}) = 312 * 10^5 \text{Pa}$$

Javobi: $\Delta P = 312 * 10^5 \text{Pa}$

1.2. Okean tubida H chuqurlikdagi suv zichligini aniqlash kerak, agar uning hajmiy siqilish koeffitsienti $\beta_w = \frac{1}{2 * 10^3 \text{mPa}}$ qaralayotgan chuqurlikdagi manometrik bosim $\Delta P = 101 \text{mPa}$ va okean sathidagi suvning zichligi $\rho = 1030 \text{kg/m}^3$ bo‘lsa,

Yechimi:

(1.6) formuladan o‘zgargan zichlik miqdori

$$\Delta \rho = \beta_w \rho_0 \Delta P = \frac{1}{2 * 10^3 \text{mPa}} * 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 101 \text{mPa} = 52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

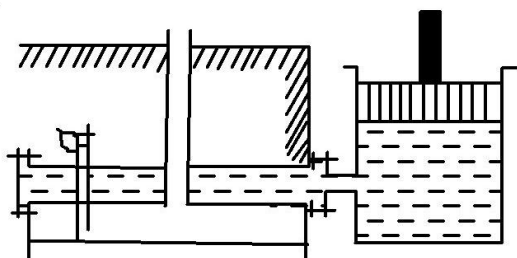
Okean tubidagi suyuqlikning zichligi

$$\rho = \rho_0 + \Delta \rho = 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} + 52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1082 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Javobi: $\rho = 1082 \text{kg/m}^3$

1.3. Yer osti quvurlarining mustahkamligini tekshirish uchun porshenli nasos qoʻllaniladi (1.1-rasm). Bosimni 0 dan 1.0 mPa gacha oshirish uchun, quvurga yuboriladigan suv hajmini aniqlash kerak. Agar quvurning uzunligi $L=500$ m, diametri $d=100$ mm va suyuqlikning siqilish koeffitsienti $\beta_w = \frac{1}{2000} * \frac{1}{mPa}$ boʻlsa,

Yechimi:



1. Quvurdagi suyuqlikning boshlangʻich hajmini aniqlaymiz:

$$W = L * \frac{\pi d^2}{4} = 500m * 0.785(0.1)^2 = 3.92m^3$$

1.1-rasm

2. (1.5) formuladan foydalanib, bosimni ΔP gacha oshirish uchun kerak boʻladigan suv hajmini aniqlaymiz:

$$\Delta W = \beta_w * W * \Delta P = \frac{1}{2000} * \frac{1}{mPa} * 3.92m^3 * 1.0mPa = 0.00196m^3 = 1.96 l$$

Javobi: $\Delta W = 1.96 l$

1.4. Ogʻirligi $G = 324$ tk, zichligi $\rho = 900$ kg/m³ boʻlgan neftni quyish va saqlash uchun qancha hajmli idish kerak?

Yechimi:

Neftni massasini aniqlaymiz:

$$M = \frac{G}{g} = \frac{32400kgk}{9.81m/s^2} = 32400kgks^2 / m$$

Idish hajmini aniqlaymiz:

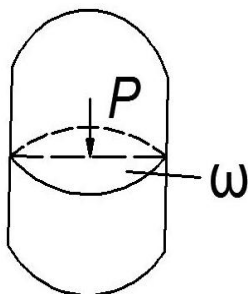
$$W = \frac{M}{\rho} = \frac{32400kgks^2 / m}{900kg / m^3} = 36m^3$$

Javobi: $W = 36m^3$

2. Hidrostatik bosim

Gidrostatika – suyuqliklarning muvozanatdagi qonunlarini oʻrganuvchi gidravlika boʻlimidir.

2.1. Hidrostatik bosim va uning xossalari.



2.1-rasm.

Gidrostatik bosim kuchining – P yuzaga – ω nisbati o‘rtacha gidrostatik bosim deb ataladi:

$$P_{o'rt} = P / \omega \quad (2.1)$$

Agar, ω – yuzani kichraytirib borib, nolga intiltirsak P ($\omega \rightarrow 0$), biror chegara qiymatga intiladi va u qiymat gidrostatik bosim deb ataladi:

$$P = \lim_{\omega \rightarrow 0} \frac{P}{\omega}$$

Muvozanatdagi suyuqlik bosimi quyidagi xossalarga ega:

1. Gidrostatik bosim kuchi o‘zi ta’sir qilayotgan yuzaga (perpendikulyar) tik va ichkari tomon yo‘nalgan.
2. Gidrostatik bosim hamma yo‘nalishda bir xil qiymatga ega. Bu xossani laboratoriya sharoitida Gartle asbobi yordamida isbot qilinadi.
3. Nuqtadagi gidrostatik bosim faqat shu nuqta koordinatlariga bog‘liqdir, ya’ni:

$$P=f(x,y,z) \quad (2.2)$$

2.2. Gidrostatik bosimning o‘lchov birliklari

Texnikada quyidagi o‘lchov birliklaridan foydalaniladi:

1. Kuch birligining yuza birligiga nisbati:
 N/m^2 , kgk/m^2 , kgk/sm^2 , $1 N/m^2=1Pa$ (Paskal)
2. Suyuqlik ustunining balandliklari:
 mm suv ustuni, mm simob ustuni.
3. Texnik sistemalarda:
 texnik atmosfera – at (atm, bar)

Quyidagi jadvalda (2.1-jadval) bosim o‘lchov birliklari orasidagi nisbat keltirilgan.

2.1-jadval

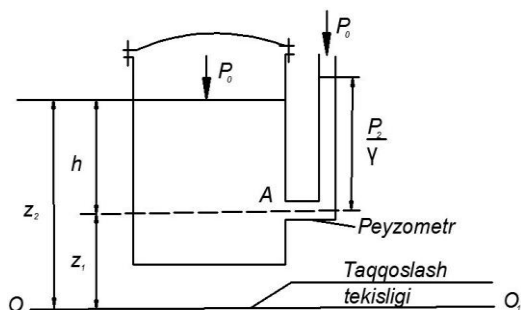
Birliklar	Pa	Bar	Kgk/sm ²	Mm sim.ust	Mm suv.ust
1 Pa	1.0	10 ⁻⁵	1.02*10 ⁻⁵	7.5*10 ⁻³	0.102
1 Bar	10 ⁵	1.0	1.02	7.5*10 ²	1.02*10 ⁴
1 Kgk/sm ²	9.81*10 ⁴	0.981	1.0	735	10 ⁴
1 mm simob ust	133	1.33*10 ³	1.36*10 ³	1.0	13.6
1 mm suv ust	9.81	9.81*10 ⁵	10 ⁻⁴	7.35*10 ⁻²	1.0

2.3. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi va natijalari

1. Teng bosimli sirt ($P=\text{const}$) gorizontallikdir. (2.3) tenglamaga, $P=\text{const}$ qo‘ysak, $dz=0$ ga ega bo‘lamiz. Uni integrallasak, $z=\text{const}$ bo‘ladi. Bu esa gorizontallikning tenglamasidir.

Demak, muvozanatdagi bir xil suyuqlikdan o‘tkazilgan gorizontallikning hamma nuqtalarida bosim bir xil bo‘ladi.

2. Ixtiyoriy nuqtadagi bosimni aniqlash. Faraz qilamizki, idishdagi ixtiyoriy A nuqtadagi bosimni aniqlash kerak bo‘lsin (2.2-rasm). Ko‘rilayotgan holat uchun gidrostatikaning asosiy tenglamasini yozamiz:



$$Z_1 + \frac{P_A}{\gamma} = Z_2 + \frac{P_0}{\gamma} \quad (2.3)$$

Bu yerda: Z_1 – A nuqtaning koordinatasi;

P_A – A nuqtadagi bosim;

Z_2 – suyuqlik sathining koordinatasi;

P_0 – suyuqlik erkin sirtidagi bosim bo‘lib,

tashqi bosim deb yuritiladi.

2.2-rasm.

(2.3) tenglamadan ixtiyoriy nuqta A nuqtadagi bosimni quyidagicha aniqlanadi:

$$P_A = P_0 + \gamma(z_2 - z_1)$$

$z_2 - z_1 = h$ deb belgilab,

$$P_A = P_0 + \gamma h \quad (2.4)$$

Bu yerda: P_A – ixtiyoriy nuqtadagi bosim, yoki absolyut bosim deyiladi;

P_0 – tashqi bosim;

γh – og‘irlik bosimi;

(2.4) formulaga ixtiyoriy nuqtadagi bosimni aniqlash formulasi deyiladi.

Agar A nuqtaga pyezometr (pyezometr - bosim o‘lchaydigan asbob) ulasak, pyezometrda ko‘tarilgan suyuqlik balandligi pyezometrik balandlik deyiladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$h_p = \frac{P}{\gamma} = \frac{P_A - P_a}{\gamma}$$

Bu yerda: P_a – atmosfera bosimi bo‘lib, amaliy ishlarda miqdori 1 at yoki 10^5 Pa deb qabul qilinadi.

3. Suyuqlikka tashqaridan berilgan bosim suyuqlikning hamma nuqtalarga

bir xil miqdorda uzatiladi (Paskal qonuni).

Gidrostatikaning asosiy tenglamasidan:

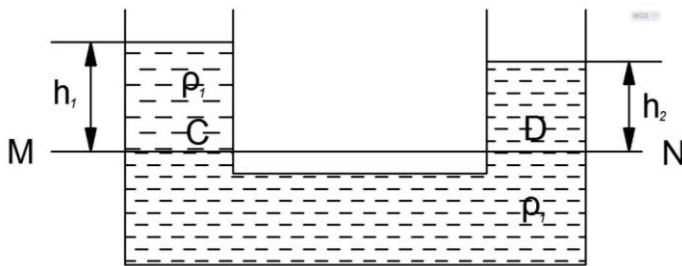
$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} \quad (2.5)$$

Birinchi nuqtaning bosimini ΔP_1 –miqdorga o‘zgartiramiz, u holda ikkinchi nuqtaning bosimi qandaydir ΔP_2 – o‘zgaradi, u holda

$$Z_1 + \frac{P_1 + \Delta P_1}{\gamma} = Z_2 + \frac{P_2 + \Delta P_2}{\gamma}$$

yuqoridagi formuladan $\Delta P_1 = \Delta P_2$ bo‘ladi.

4. Tutash idishlarga har xil suyuqlik quyilgan bo‘lsa, u holda suyuqliklarni



ajratuvchi tekislikdan yuqoridagi suyuqlik sathining joylashuvi, suyuqlik zichligiga teskari proportsionaldir. (2.3-rasm).

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \quad (2.6)$$

MN - suyuqliklarni ajratuvchi tekislik

2.3-rasm

bo‘ladi, ya’ni $P_C = P_B$

(2.4) formula asosida $P_C = P_a + \gamma_1 h_1$; $P_B = P_a + \gamma_2 h_2$ bo‘ladi. Ma’lumki,

$P_C = P_B$, u holda $\gamma_1 h_1 = \gamma_2 h_2$ yoki

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1}; \gamma_1 = \rho_1 g; \gamma_2 = \rho_2 g \text{ deb olsak, } \frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

2.4. Manometrik va vakuummetrik bosimlar

Amaliyotda bosimni harakterlash uchun manometrik va vakuummetrik bosimlardan foydalaniladi.

Agar, ixtiyoriy nuqtadagi bosim, atmosfera bosimidan yuqori bo‘lsa, $P_A > P_a$, atmosfera bosimidan yuqori bo‘lgan qismiga manometrik bosim deyiladi va quyidagicha hisoblanadi (2.4-rasm):

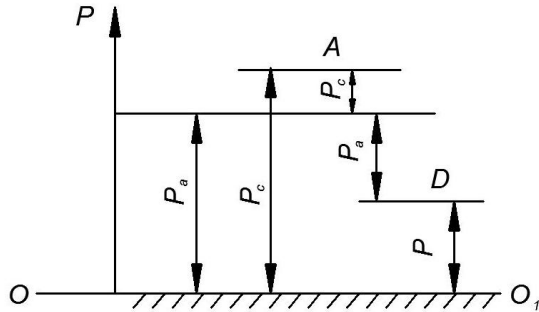
$$P_M = P_A - P_a,$$

Bu yerda: P_M – manometrik bosim;

P_a – atmosfera bosimi.

Manometrlar – manometrik bosimni o‘lchaydi.

Agar, ixtiyoriy nuqtadagi bosim atmosfera bosimidan kichik bo‘lsa, $P_0 < P_a$, atmosfera bosimigacha bo‘lgan bosimga vakuummetrik bosim deyiladi va u quyidagicha hisoblanadi (2.4-rasm).



2.4-rasm.

$$P_B = P_a - P_0,$$

P_B – vakuummetrik bosim,

Vakuummetrlar – vakuummetrik bosimni o‘lchaydi.

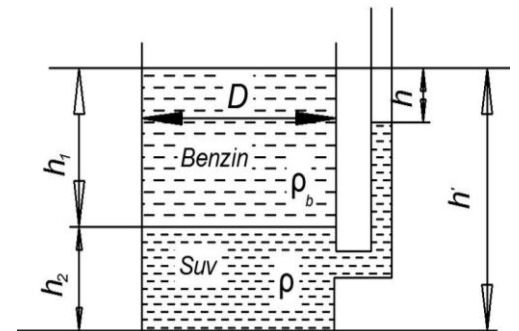
Monovakuummetrlar ham manometrik va ham vakuummetrik bosimlarni o‘lchaydi.

2.5 Masalalar:

2.1. Diametri $D=2.0$ m ga teng bo‘lgan silindrsimon bakka $H=1.5$ m gacha suv va benzin quyilgan. Pyezometrda suv sathi benzin sathidan $h=300$ mm past. Bakdagi benzin og‘irligini aniqlang, agar benzin zichligi $\rho_b=700$ kg/m³ bo‘lsa (2.5-rasm).

Yechishi:

Gidrostatika asosiy tenglamasining 1-natijasiga asoslanib, A nuqtadagi bosim



2.5-rasm.

$$P_A = P_a + \rho_b g h_1 + \rho g h_2$$

$$P_A = P_a + \rho g (H - h)$$

Tenglamani o‘ng tomonlarini tenglashtirib, h – ni aniqlaymiz

$$\rho_b g h_1 + \rho g h_2 = \rho g (H - h)$$

Ma’lumki,

$$h_1 + h_2 = H, \quad h_2 = H - h_1$$

u holda,

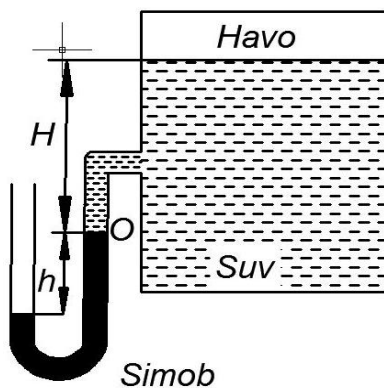
$$h_1(\rho_b g - \rho g) = \rho g h$$

$$h_1 = \frac{\rho g h}{\rho g - \rho_\delta g} = \frac{\rho h}{\rho - \rho_\delta} = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.3 \text{m}}{300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1.0 \text{m}$$

$$G = \rho_\delta g W = \rho_\delta g \frac{\pi D^2}{4} h_1 = 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.785 * 4 \text{m}^3 = 22 \text{kN}$$

Javobi: G =22 kN.

2.2 Idishdagi havoning absolyut bosimini aniqlash kerak. Agar simobli asbobning ko'rsatishi $h = 363 \text{ mm}$, balandligi $H = 1.0 \text{ m}$ bo'lsa, simobning zichligi $\rho_c = 13600 \text{ kg/m}^3$. Atmosfera bosimi 736 mm simob ustuniga teng. (2.6-rasm)



2.6- rasm

Yechimi:

1. (2.2) formuladan C nuqtadagi bosim

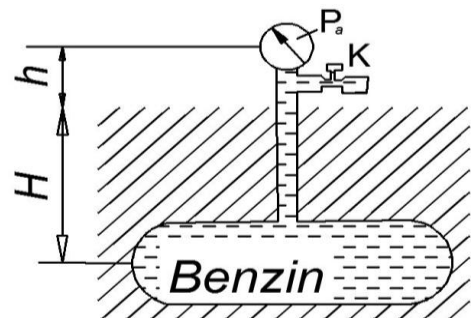
$$P_c = P_a - \rho_c g h$$

2. Suyuqlik sathidagi bosim

$$\begin{aligned} P_0 &= P_c - \rho_c g H = P_a - \rho_c g h - \rho g H = \\ &= 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} - 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.368 \text{m} - 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 1 \text{m} = \\ &= 39952 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \approx 40 \text{kPa} \end{aligned}$$

Javobi: $P_0=40\text{kPa}$

2.3. $H=5\text{m}$ chuqurlikda rezervuardagi absolyut bosimni aniqlash kerak, agar $h=1.7\text{m}$ balandlikda qo'yilgan, vakuummetrning ko'rsatishi $P_B = 0.02 \text{ mPa}$ bo'lib, atmosfera bosimi $h_a = 740 \text{ mm}$ simob ustuniga va benzin zichligi $\rho_\delta = 700 \text{ kg/m}^3$ bo'lsa (2.7-rasm).



2.7- rasm

Yechimi:

1. Ma'lumki, vakuummetr vakuummetrik bosimni o'lchaydi, u holda absolyut bosim quyidagicha aniqlanadi:

$$P_B = P_a - P_A$$

$$P_A = P_a - P_B = 0.8 \text{at} = 0.08 \text{MPa}$$

2. C nuqtadagi absolyut bosimni quyidagi formula yordamida hisoblaymiz:

$$P_C = P_A + \rho_s g = 0.8 * 10^5 \frac{N}{m} + 700 \frac{kg}{m^3} * 9.81 \frac{m}{s^2} * 6.7m = 1.26at$$

Javobi: $P_C = 0.126 \text{ MPa}$

2.4. Porshenga ta'sir etuvchi kuch $P = 314kgk$ bo'lsa, uning tagidagi m nuqtadagi va porshendagi $h = 2m$ chuqurlikda joylashgan n nuqtadagi gidrostatik bosimni aniqlang. Porshen diametri $d = 200mm$.

Yechimi:

m nuqtadagi bosimni aniqlaymiz:

$$p_A^m = \frac{P}{\varpi} = \frac{314kgk}{0,785d^2} = 10000 \frac{kgk}{m^2}$$

n nuqtadagi bosimni aniqlaymiz:

$$p_A^n = p_A^m + \gamma h = 10000 \frac{kgk}{m^2} + 1000 \frac{kgk}{m^3} * 2m = 12000 \frac{kgk}{m^2}$$

3. Ixtiyoriy tekis shaklga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchi

Amalda ko'p hollarda tekis shaklga ta'sir etayotgan bosim kuchini hisoblash kerak bo'ladi.

Masalan, gidrotsilindrda porshenga ta'sir etayotgan bosim kuchi, suyuqlik bilan to'ldirilgan idish devorlariga ta'sir etayotgan bosim kuchi va yana bir necha sohalarni aytish mumkin.

Ixtiyoriy tekis shaklga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini hisoblashda ikki xil usuldan foydalaniladi:

1. Analitik usul.
2. Grafoanalitik usul.

3.1. Analitik usul

Ixtiyoriy tekis shaklga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchi, shakl og'irlik markaziga qo'yilgan bosimni shu shakl yuzasiga ko'paytmasiga teng:

$$P = p_c * \omega, \tag{3.1}$$

Bu yerda: p_c – shakl og'irlik markaziga qo'yilgan bosim;
 ω – shaklning yuzasi.

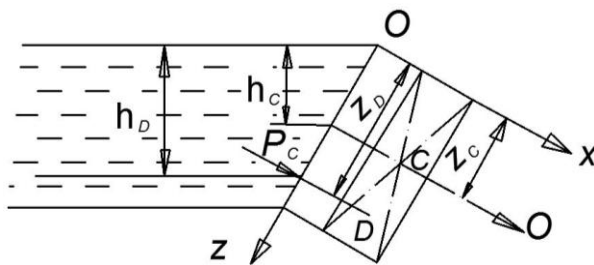
Nazariy mexanikaning kursidan ma'lumki, kuchni to'liq ifodalash uchun quyidagi elementlarni aniqlash kerak:

- a) miqdori;
- b) yo'nalishi;
- c) qo'yilgan nuqtasi.

Kuchning miqdorini (3.1) formula yordamida, yo'nalishini gidrostatik bosimning xossasidan (I), ya'ni gidrostatik bosim kuchi ta'sir etayotgan yuzasiga tik yo'nalgan.

3.1.1. Bosim markazini aniqlash

Kuchning qo'yilgan nuqtasini analitik usulda, Varinyon teoremasidan foydalanib, quyidagi formula yordamida aniqlanadi (3.1-rasm).



$$Z_D = Z_C + \frac{J_0}{Z_C \omega}, \quad (3.2)$$

bu yerda: Z_D – kuch qo'yilgan nuqtaning koordinatasi;
 Z_C - og'irlik markazining koordinatasi.

3.1-rasm.

Gidrostatik bosim kuchi qo'yilgan nuqtaga bosim markazi deyiladi. Tekis shakl vertikal holatda bo'lsa, bosim markazi quyidagicha aniqlanadi:

$$h_D = h_C + \frac{J_0}{h_C \omega} \quad (3.3)$$

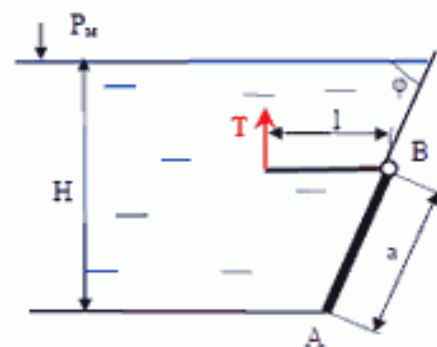
Tekis shakl gorizontol holatda bo'lsa, bosim markazi bilan og'irlik markazi ustma-ust tushadi.

$$h_D = h_C$$

Endi (3.1), (3.2) va (3.3) formulalardan foydalanib, masalalar yechish tartibini ko'ramiz:

Masala

Ko'ndalang kesimi kvadrat shaklidagi darvoza (zatvor) B sharnir atrofida aylanadi. Zatvor og'irligi G ; tomoni a ; Suvning chuqurligi H ; $\varphi = 45^\circ$, $G = 2kH$, $a = 1,5 \text{ m}$, $H = 3 \text{ m}$



3.2- rasm

Yechimi:

ANALITIK USUL:

AB zatvorga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini aniqlaymiz:

$$P_{AB} = p_{AB} * \varpi_{AB} = 2,48tk / m^2 * 2,25m^2 = 5,58tk$$

Shaklning og'irlik markaziga qo'yilgan gidrostatik bosimni aniqlaymiz:

$$p_{AB} = \gamma h_c = \gamma \left(H - \frac{S}{2} \right) = 1tk / m^3 * \left(3m - \frac{1,065}{2} \right) = 2,48tk / m^2$$

AB zatvorning uzunligini aniqlaymiz:

$$S = a \sin \varphi = 1,5m * 0,71 = 1,065m$$

Kvadrat shaklidagi AB zatvorning yuzasini aniqlaymiz:

$$\omega = a * a = 1,5m * 1,5m = 2,25m^2$$

Og'irlik markazi ordinasini aniqlaymiz:

$$z_c = \frac{h_c}{\sin \varphi} = \frac{2,48}{0,71} = 3,49m$$

Bosim markazi ordinasini aniqlaymiz:

$$z_D = z_c + \frac{I_0}{z_c * \omega_{AB}} = 3,49 + \frac{0,42}{3,49 * 2,25} = 3,54m,$$

bu yerda: I_0 - yuzaning o'qqa nisbatan inertsia momenti. Zatvor to'g'ri to'rtburchak shaklida bo'lganligi uchun:

$$I_0 = \frac{a * a^3}{12} = \frac{1,5 * 1,5^3}{12} = 0,42$$

3.2.GRAFOANALITIK USUL:

Grafoanalitik usulda gidrostatik bosim kuchini aniqlash uchun bosim epyurasi quriladi. Gidrostatik bosim kuchi bosim epyurasining hajmiga teng.

$$P = W_{b.e.}$$

Og'irlik bosimlariga asosan masshtab tanlab, bosim epyurasini quramiz:

$$p_A = \gamma H = 1tk / m^3 * 3m = 3tk / m^2$$

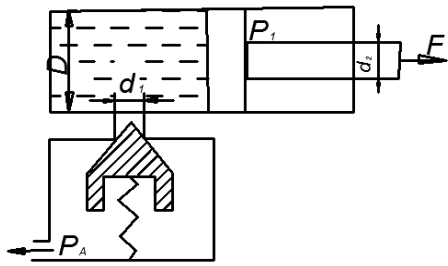
$$p_B = \gamma(H - S) = 1tk / m^3 (3m - 1,065m) = 1,93tk / m^2$$

$$P_{AB} = W_{b.e.} * a = \frac{\gamma H + \gamma(H - S)}{2} * a * a = \frac{3 + 1,933}{2} * 2,25 = 5,58tk$$

3.3 Masalalar

3.1 Diametri $D = 80mm$ bo'lgan porshenning shtokiga qo'yilgan F kuchning minimum miqdorini aniqlang, agar klapanga o'rnatilgan prujinadagi

bikrlik kuchi $F_0=100\text{N}$ bo'lib, bosimi $P_2= 0.2\text{MPa}$ bo'lsa (3.4-rasm). Klapan teshigining diametri $d_1 =10\text{ mm}$, shtokining diametri $d_2 =40\text{ mm}$ va gidrosilindr shtoki tomonidagi bosim $P_1 =1.0\text{MPa}$ teng deb qaralsin.



3.4-rasm

Yechimi:

1. Suyuqlik tomonidan klapan ta'sir etayotgan kuchni aniqlaymiz:

$$P = F_0 + P_2 S_1; \quad S_1 = (\pi d_1^2)/4$$

U holda

$$P = F_0 + P_2 * 0.785 d_1^2$$

2. Muvozanat tenglamasini tuzib, shtokka qo'yilgan kuchning minimum miqdorini aniqlaymiz:

$$P_0 S_0 - P_1 S_1 - F = 0,$$

bu yerda: S_0 –porshening yuzasi;

$$S_1 = S_0 - S_2 = (\pi D^2)/4 - (\pi d_2^2)/4 = 0.785(D^2 - d_2^2)$$

$$P_0 = P / S_0 = 1470648 \text{ N/m}^2$$

Hadlarni tuzilgan tenglamaga qo'yib, kuchning son qiymatini hisoblaymiz:

$$F = P - P_1 * 0.785(D^2 - d_2^2) = 1470648 * 0.785(0.08^2 - 0.04^2) - 1 * 10^6(0.08^2 - 0.04^2) * 0.785 = 3629 \text{ m} = 3.63 \text{ kN}$$

Javobi: $F=3.63\text{kN}$

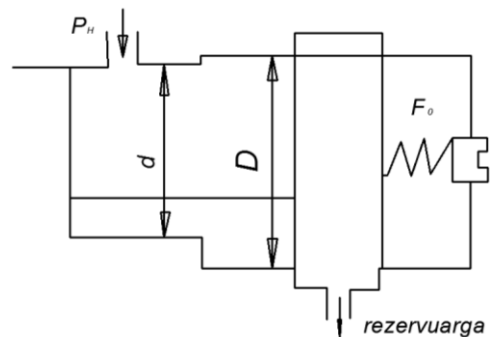
3.2 Differentsial klapan ochilishini ta'minlaydigan prujinaning boshlang'ich siqilishini aniqlang (mm), agar nasos berayotgan bosim $P_H =0.8\text{MPa}$ bo'lib, klapan diametrlari: $D=24\text{mm}$; $d=18\text{mm}$, prujinaning bikrligi $C=6\text{N/mm}$ bo'lsa (3.5-rasm).

Yechimi:

(3.1) formula asosida 1-porshenga ta'sir etayotgan bosim kuchini aniqlaymiz:

$$P_1 = P_H * (\pi d^2)/4 = 0.8\text{MPa} * 0.785 d^2 = 0.8\text{MPa} * 0.785 (0.018\text{m})^2 = 0.0002\text{MN}$$

2 -porshenga ta'sir etayotgan bosim kuchini aniqlaymiz:



3.5- rasm

$$P_2 = P_H * (\pi d^2) / 4 = 0.8 \text{ MPa} * 0.785 (0.024 \text{ m})^2 = 0.00036 \text{ MN}$$

U holda

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 0.00016 \text{ MPa} = 160 \text{ N}$$

4. Arximed qonuni

Suyuqlikdagi har qanday jismga ikki kuch ta'sir qiladi:

Og'irlik kuchi – G va Arximed kuchi – F

$$\left. \begin{aligned} G &= \gamma_j W \\ F &= \gamma W_0 \end{aligned} \right\}; \quad (4.1)$$

Bu yerda: γ_j , γ – qattiq jismning va suyuqlikning mos ravishda solishtirma og'irligi;

W_0 – jism siqib chiqargan suyuqlikning hajmi.

Demak, Arximed kuchi – jism siqib chiqargan suyuqlik hajmining og'irligiga teng.

Jismlarning suyuqlikda suzishining uch xil holati mavjud:

1. $G > F$, yoki $\gamma_j > \gamma$ – jism cho'kadi;
2. $G = F$, yoki $\gamma_j = \gamma$ – jism cho'kkan holatda suzadi;
3. $G < F$, yoki $\gamma_j < \gamma$ – jism suyuqlik sathidan, ma'lum qismi cho'kkan holatda suzadi, bu holatda quyidagi shart amal qiladi:

$$G = F \text{ yoki } \gamma_j W = \gamma W_0, \quad (4.2)$$

bu yerda: W_0 – jism siqib chiqargan suyuqlikning hajmi.

U holda (4.2) dan

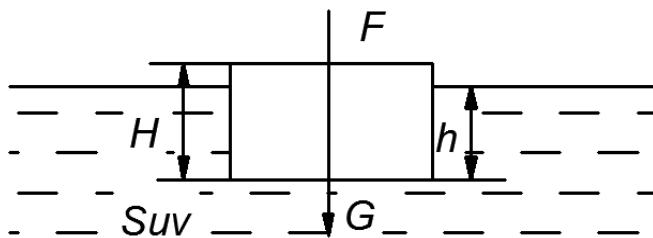
$$W_0 / W = \gamma_j / \gamma$$

Prizmatik jismlar uchun

$$h / H = \gamma_j / \gamma, \quad (4.3)$$

Bu yerda: H – jismning balandligi;

h – jismning suyuqlikda cho'kish qismi.



4.1-rasm

4.1.Masalalar:

Og'irligini aniqlang, agar uning balandligi $H = 20$ sm va suyuqlikka cho'kkan qismi $h = 16$ sm bo'lsa (4.1-rasm).

Yechimi:

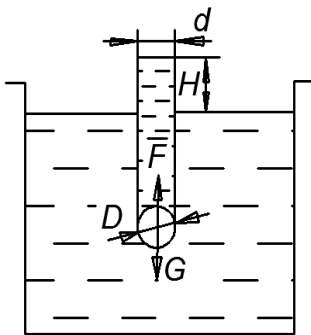
$$h/H = \gamma_j / \gamma ;$$

(4.3) formuladan

$$\gamma_j = \gamma(h/H) = \rho g(h/H) = 1000 \text{ kg/m}^3 * 9.81 \text{ m/s}^2 * (0.16 \text{ m} / 0.2 \text{ m}) = 8000 \text{ N/m}^3$$

Javobi: $\gamma_j = 8 \text{ kN/m}^3$

4.2 Suvga to'la cho'kkan sharsimon klapan diametri $d = 100 \text{ mm}$ bo'lgan quvur teshigini berkitadi. Sharning diametri $D = 150 \text{ mm}$ va massasi $m = 0.5 \text{ kg}$ bo'lsa, quvurdagi suyuqlik sathining qaysi balandligida (H) klapan ochila boshlanadi (4.2-rasm).



4.2-rasm

Yechimi:

1. Klapanaga ta'sir etayotgan kuchlarning muvozanat tenglamasini tuzamiz:

$$\bar{P} - \bar{F} + G = 0 ;$$

bu yerda: P –quvurdagi suyuqlik tomonidan klapanaga ko'rsatilayotgan bosim kuchi bo'lib, (3.1) formula yordamida aniqlanadi:

$$P = \rho g h * (\pi d^2) / 4 ;$$

F –Arximed kuchi bo'lib, (4.1) formula yordamida hisoblanadi:

$$F = \rho g W = \rho g (2/3) * 0.785 D^3 ;$$

G –klapaning og'irligi bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

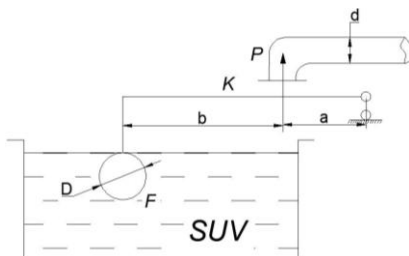
$$G = mg ;$$

Aniqlangan hadlarni muvozanat tenglamasiga qo'yib, H –ni aniqlaymiz:

$$\rho g H * 0.785 d^2 - \rho g (2/3) * 0.785 D^3 + mg = 0 ;$$

$$H = (2D^3 / 3d^2) - (m / \rho * 0.785 d^2) = 0.225 - 0.063 = 0.161 \text{ m} ;$$

Javobi: $H = 161 \text{ mm}$



4.3-rasm

4.3 Quvurdagi manometrik bosim P miqdorining qaysi qiymatlarida K jo'mrak ochiladi, agar quvur diametri $d = 50 \text{ mm}$, sharning diametri $D = 200 \text{ mm}$ bo'lib, $b = 6a$ ga teng bo'lsa (4.3-rasm). Shar og'irligi hisobga olinmasin.

Yechimi:

0 nuqtaga nisbatan sistemaga ta'sir etayotgan kuchlardan kuch moment olamiz:

$$\sum M_{(0)} = 0 ;$$
$$F(a+b) = P \quad a=0$$

Bu yerda: F -Arximed kuchi: $F = \gamma W$;

P - bosim kuchi bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$P = P * (\pi d^2) / 4 = P * 0.785 d^2 ;$$

Aniqlangan hadlarni tenglamaga qo'yib, bosim miqdorini aniqlaymiz:

$$\rho g (2/3) 0.785 D^3 * 7a - P * 0.785 d^2 a = 0;$$

$$P = (\rho g 14 D^3 / 3 a^2) = (1000 \text{ kg/m}^3 * 9.81 \text{ m/s}^2 * 14 (0.2 \text{ m})^3) / 3 * (0.05)^2 = 146496 \text{ N/m}^2$$

Javobi: $P = 146.5 \text{ MPa}$.

5. Hidrodinamika. Suyuqlik harakatining kinematikasi.

Gidrodinamikada harakatdagi suv qonuniyatlari o'rganiladi va ularning amaliyotga tatbiqi etiladi.

Gidrodinamikaning asosiy parametrlari tezlik va bosimdir. Tezlik va bosim vaqt va koordinata bo'yicha o'zgaruvchandir.

Amalda suv harakatini o'rganish ancha murakkab jarayon hisoblanadi, buning asosiy sababi esa undagi ichki ishqalanish kuchlarini aniqlashdadir. Shuning uchun suv harakatini o'rganishda turli xildagi model va sxemalar qabul qilingan.

5.1. Oqimning asosiy gidravlik elementlari

Harakat kesimi – oqim to'riga perpendikulyar yuza (tezlik vektoriga perpendikulyar holda o'tkazilgan) yoki oqim ko'ndalang kesimi yuzasi - ω .

Sarf - vaqt birligida harakat kesimidan o'tayotgan suv miqdori – Q .

$$Q = \frac{W}{t},$$

bu yerda: W – suyuqlik hajmi;

t – vaqt;

Sarf o'lchov birligi: m^3/c ; l/c .

Elementar oqim naychani sarfi:

$$dQ = U d\omega$$

Oqim sarfi:

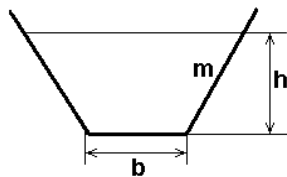
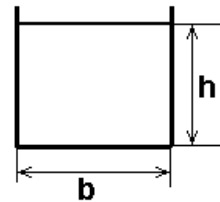
$$Q = \vartheta \omega$$

U , ϑ - mos ravishda, elementar oqim naycha va oqim o'rtacha tezliklari.

Ho'llangan perimetr – oqim va qattiq sirt chegarasi (yoki suv bilan chegaralangan devorlarning uzunligi). Turli shakldagi kanal va quvurlar uchun ho'llangan perimetr turlicha aniqlanadi:

To'g'ri to'rtburchak kanal uchun:

$$\chi = 2h + b$$

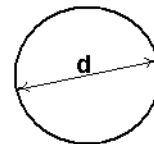


Trapetseidal kanal uchun:

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

Silindrik quvurlar uchun:

$$\chi = \pi d$$



Gidravlik radius – oqim harakat kesimi ω ning ho'llangan perimetri χ ga nisbati:

$$R = \frac{\omega}{\chi}$$

O'rtacha tezlik – suyuqlik sarfining harakat kesimiga nisbati:

$$\vartheta = \frac{Q}{\omega} = \frac{\int U d\omega}{\omega}$$

5.2. Uzilmaslik (barqaror harakat) tenglamasi

Suyuqlik yoki gazlar harakatini o'rganishda uzluksizlik tenglamasi alohida ahamiyatga ega.

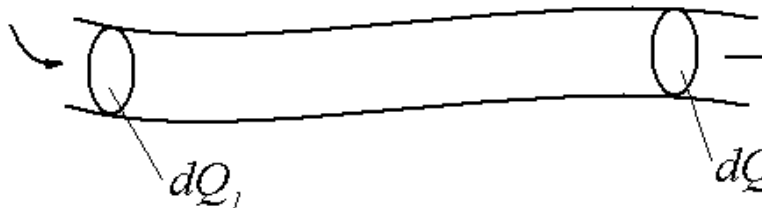
$$\frac{\partial Q}{\partial t} = 0,$$

bu yerdan $Q = \text{const}$ yoki $Q = \omega \cdot \mathcal{G}$ ekanligidan foydalanib, quyidagini yozamiz:

$$\omega_1 \cdot \mathcal{G}_1 = \omega_2 \cdot \mathcal{G}_2$$

Bu ifodaga **uzluksizlik (uzilmaslik) tenglamasi** deyiladi.

Suvning elementar oqim naycha uchun uzilmaslik tenglamasini keltirib chiqaraylik. Elementar oqim naycha xossalardan ma'lumki, kesimlar orqali o'tuvchi elementar sarflar teng bo'ladi (5.6-rasm):



5.2 – rasm

$$dQ_1 = dQ_2$$

u holda sarfni aniqlash formulasidan:

$$dQ_1 = u_1 d\omega_1$$

$$dQ_2 = u_2 d\omega_2$$

$$u_1 d\omega_1 = u_2 d\omega_2 \quad \text{bo'ladi}$$

Bu holda ifodani elementar oqim naychaning xohlagan kesimi uchun yozish mumkin. Demak:

$$u_1 d\omega_1 = u_2 d\omega_2 = u_3 d\omega_3 = \dots u_n d\omega_n = \text{const}$$

bu tenglama elementar oqim naycha uchun **uzilmaslik tenglamasidir**.

Oqim uchun uzilmaslik tenglamasini keltirib chiqarish uchun quyidagi ifodani $u_1 d\omega_1 = u_2 d\omega_2$ yuzalar bo'yicha olingan integrallar bilan almashtiramiz. Bu yerdan

$$\mathcal{G}_1 \omega_1 = \mathcal{G}_2 \omega_2 \quad \text{yoki} \quad \mathcal{G}_1 \omega_1 = \mathcal{G}_2 \omega_2 = \mathcal{G}_3 \omega_3 = \dots \mathcal{G}_n \omega_n = \text{const}$$

bu ifodaga **oqim uchun uzilmaslik tenglamasi** deyiladi.

Harakatning barqarorligidan kelib chiqib, quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1},$$

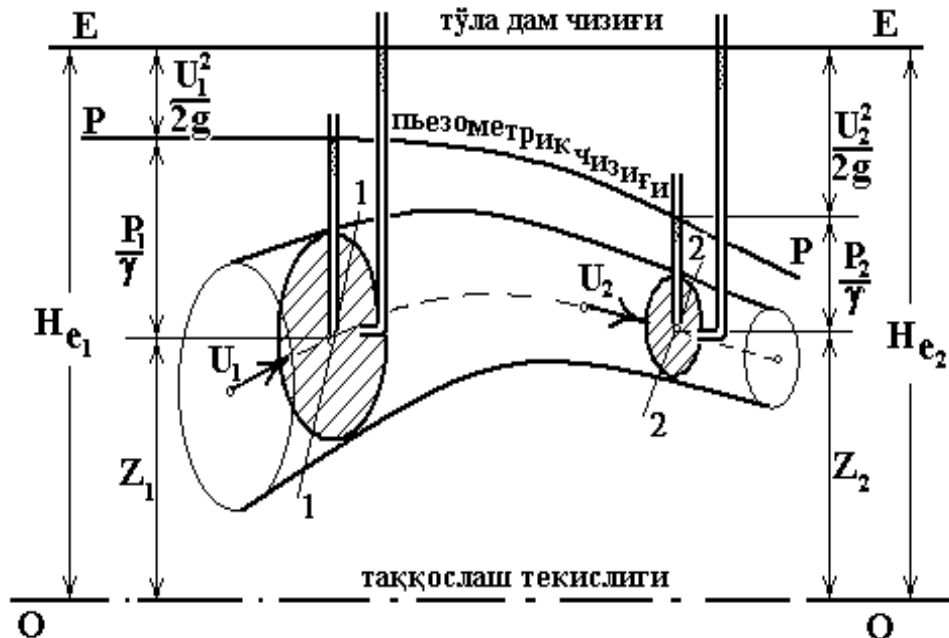
ya'ni, oqimning o'rtacha tezligi, harakat kesimiga teskari proporsionaldir.

5.3. D.Bernulli tenglamasi

Harakatdagi suvning asosiy tenglamasini keltirib chiqarish uchun mexanikada ko'p qo'llanadigan harakat tenglamalaridan foydalanadilar.

$$z + \frac{P}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} = const,$$

ya'ni, energiyaning saqlanish qonuni,



5.3-rasm

bu yerda: Z – taqqoslash tekislikdan (O-O) tegishli kesimning og'irlik markazigacha bo'lgan masofa (vertikal bo'yicha) - **oqim solishtirma holat (potensial) energiyasi deyiladi.**

$\frac{P}{\gamma}$ – tegishli kesimning vertikal bo'yicha og'irlik markazidan p'ezometrik

(R-R) chiziqqacha bo'lgan masofa - **solishtirma bosim (potensial) energiyasi;**

$\frac{u^2}{g}$ – tegishli kesimning vertikal bo‘yicha p’ezometrik (P-P) chiziqdan to‘la dam (E-E) chiziqqacha bo‘lgan masofa - **oqim solishtirma kinetik energiyasi**.

Bu tenglama yordamida chegaralangan muhitlarda (daryo, kanal, quvurlar tizimi va h.k) harakatlanayotgan oqim parametrlari aniqlanadi.

Oxirgi tenglama 1738 y. D. Bernulli shogirdlari tomonidan taklif etilgan bo‘lib, uning nomi bilan ataladi va gidrodinamikaning asosiy tenglamasi hisoblanadi. Tenglama quyidagi shaklda ham yozilishi mumkin:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g}, \quad (5.1)$$

D. Bernulli tenglamasi elementar oqim naychasi tezligi, bosimi va suyuqlik zarrachasining geometrik o‘rni orasidagi munosabatni ifodalaydi (11-jadval).

Tenglamadan ko‘rinadiki, ideal suyuqlik uchun $z, \frac{p}{\gamma}, \frac{u^2}{2g}$ hadlarning yigindisi o‘zgarmas kattalikdir. $H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g}$ - ifodaga **to‘la napor** yoki **gidrodinamik napor** deyiladi va chizmada E – E chiziq bilan belgilanadi.

Ideal suyuqlik uchun:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g}$$

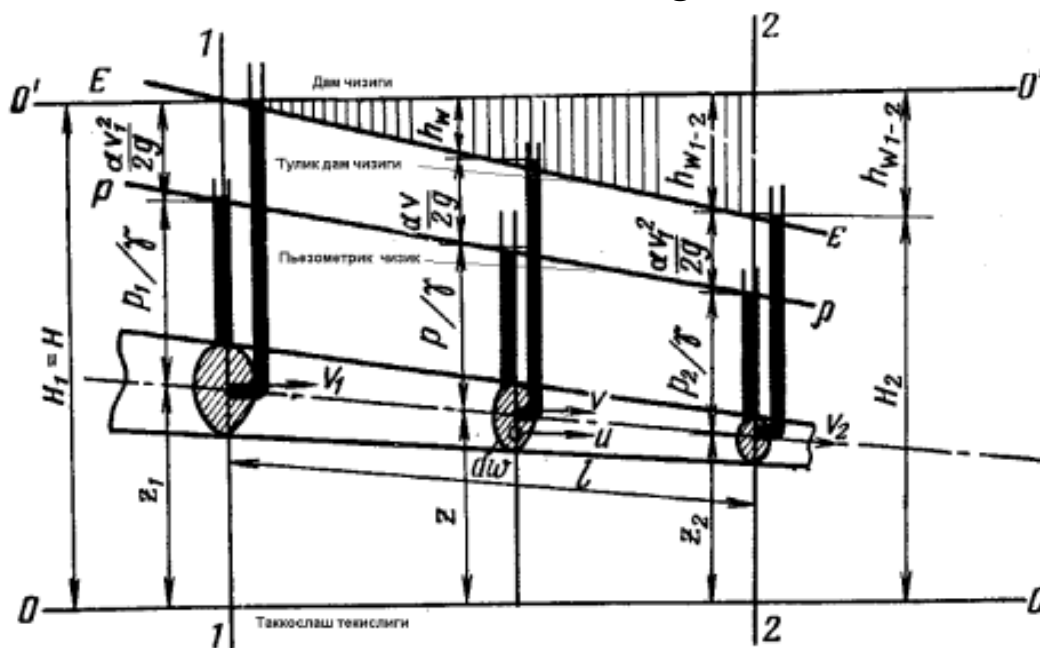
yoki

$$H_1 = H_2 = H_3 = \dots = H_n$$

n – kesimlar soni.

D. Bernulli tenglamasi elementar oqim naychaning solishtirma energiyasining saqlanish qonunini ifodalaydi. U holda, z – solishtirma holat potentsial energiyasini, $\frac{p}{\gamma}$ - solishtirma bosim potentsial energiyasini, $\frac{u^2}{2g}$ - solishtirma kinetik energiyani ifodalaydi.

5.4. Real suyuqlikning elementar oqim naychasi uchun Bernulli tenglamasi



5.4-rasm. Bernulli tenglamasini tushuntirishga doir

Endi yuqorida keltirilgan formulani real suyuqliklar uchun ko‘rinishini yozamiz. Ma’lumki, ideal suyuqlikda suyuqlikning asosiy xususiyatlaridan biri *yopishqoqlik* inobatga olinmaydi.

Yopishqoqlik suyuqlikdagi ichki ishqalanish kuchini paydo qiladi. Bu esa o‘z navbatida suyuqlik harakatiga ta’sir ko‘rsatadi va suyuqlik energiyasining yo‘qolishiga olib keladi.

Ideal suyuqlik uchun 1-1 va 2-2 kesimlarda $H_1=H_2$, real suyuqlik uchun $H_1>H_2$, bo‘ladi.

U holda H_1 va H_2 orasidagi farq $h_{1-2}=H_2-H_1$ 1-1 va 2-2 kesimlar orasidagi yo‘qolgan solishtirma energiyani (damni) ifodalaydi, ya’ni qarshilik kuchini yengish uchun sarflangan napor miqdori (5.8- rasm).

$$h_{1-2} = \left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2g} \right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{g_2^2}{2g} \right)$$

bu yerdan

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{g_2^2}{2g} + h_{1-2}$$

Oxirgi ifodaga *real suyuqlikning elementar oqim naychasi uchun D.Bernulli tenglamasi* deyiladi.

Oqim uchun Bernulli tenglamasi quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_f,$$

bu yerda: α - Koriolis koeffitsienti, harakatdagi kesim bo‘yicha tezlikni notekis taqsimlanishini hisobga oladi va tekis harakat uchun $\alpha = 1,0 \div 1,05$.

BERNULLI TENGLAMASINING GEOMETRIK VA ENERGETIK MA’NOLARI

5.1-jadval

Belgi	O‘lchov birligi	Geometrik ma’nosi	Energetik ma’nosi
Z_1 va Z_2	m	geometrik balandlik	tegishli kesimdagi solishtirma holat energiyasi
$\frac{P_1}{\gamma}, \frac{P_2}{\gamma}$	m	p’yezometrik balandlik	tegishli kesimdagi solishtirma bosim energiyasi
$\left(Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} \right), \left(Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} \right)$	m	p’yezometrik napor	tegishli kesimdagi solishtirma potensial energiya
$\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}, \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}$	m	tezlik nabori	tegishli kesimdagi solishtirma kinetik energiya
$\left(Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right), \left(Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right)$	m	gidrodinamik napor	tegishli kesimdagi solishtirma to‘la energiya
h_f	m	yo‘qotilgan napor	1-2-kesimlar orasida yo‘qotilgan energiya
$R - R$		p’yezometrik chizig‘i	potensial energiya chizig‘i
$E - E$		napor chizig‘i	to‘la energiya chizig‘i

Quyidagi masalani ko‘rib chiqaylik.

Masala. Struyali nasos yordamida suv $h=0,5$ m chuqurlikdan ko‘tarilmoqda. Agar quvur diametri $d=100$ mm, 1-1 kesimdagi bosim $P_m=40$ kPa, suv tezligi $v_1=1,12$ m/s bo‘lsa, kameradagi quvur diametrini d_2 aniqlang (30-rasm).

Yechimi:

1-1 va 2-2 kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz. Taqqoslash tekisligini quvur o'qi bo'ylab o'tkazamiz.

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{p_{AT}}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{g_2^2}{2g}$$

2-2 kesimdagi tezlik naporini aniqlaymiz:

$$\frac{g_2^2}{2g} = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{p_{AT} - p_2}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2g}$$

$$\frac{p_{AT} - p_2}{\gamma}$$

2-2 kesimdagi vakuum miqdori.

$$p_2 + \gamma h = p_{AT};$$

$$h = \frac{p_{AT} - p_2}{\gamma} = 0,55 \text{ m}$$

kesimdagi tezlik naporini

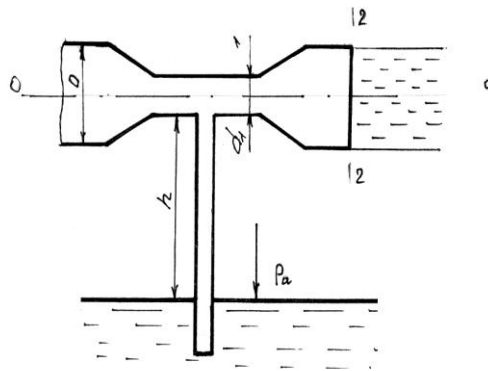
$$\frac{g_1^2}{2g} = \frac{1,12^2}{19,62} = 0,064 \text{ m/c}$$

tenglamasiga qo'yib, g_2 - ni aniqlaymiz:

$$\frac{g_2^2}{2g} = 0,4 + 0,55 + 0,0644 = 1,014 \text{ m} \quad g_2 = \sqrt{19,62 \cdot 1,014} = 4,46 \text{ m/c}$$

U holda d_2 - ni quyidagicha aniqlaymiz:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi g_2}} = 0,05 \text{ m}$$



5.5-rasm

6. SUYUQLIKNING HARAKAT REJIMLARI

Suyuqlik harakat rejimlari odatda ikki xil, laminar va turbulent harakat rejimlariga ajratadilar.

Laminar harakat rejimida suyuqlik qatlamlari qavat - qavat bo'lib harakat qiladi. Laminar iborasining lug'aviy ma'nosi «qatlam» so'zini ifodalaydi (lamina-qatlam).

Turbulent harakat rejimida suyuqlik zarrachalari betartib harakat qiladi. Bu holda to'g'ri chiziqli harakat buzilib, qatlamlararo zarrachalar almashinuvi boshlanadi. Turbulent iborasining lug'aviy ma'nosi «betartib» so'zini ifodalaydi (turbulentus- betartib).

Reynolds tajribalari natijasida suyuqlikning harakat rejimini o'Ichovsiz son - Reynolds mezoni orqali ifodalash mumkinligini ko'rsatadi.

Reynolds mezoni silindrik quvurlar uchun quyidagicha aniqlanadi:

$$Re = \frac{g d}{\nu}, \quad (6.1)$$

yoki nosilindrik quvurlar uchun:

$$Re = \frac{g \cdot 4R}{\nu},$$

bu yerda : g -o'rtacha tezlik; d –quvur diametri; R –gidravlik radius; V - yopishqoqlikning kinematik koeffitsienti (6.1-jadval).

$$R = \frac{\omega}{\chi};$$

bu yerda: ω -oqim ko'ndalang kesim yuzasi;

χ -oqim (ho'llangan) perimetri.

Suyuqlikning laminar harakatdan turbulent harakatga o'tishi Reynolds mezonining ma'lum kritik miqdori bilan aniqlanadi. Masalan, po'lat quvurlar uchun kritik Reynolds mezoni $Re_{kr} = 2320$ ga teng, deb olingan.

Demak, oqimning harakat rejimini aniqlamoqchi bo'lsak, Reynolds mezonini kritik Reynolds mezoni bilan qiyoslaymiz:

Agar $Re < Re_{kr} = 2320$ bo'lsa, u holda quvurdagi harakat rejimi laminar.

Agar $Re > Re_{kr} = 2320$ bo'lsa, u holda quvurdagi harakat rejimi turbulent.

Kinematik yopishqoqlik koeffitsienti

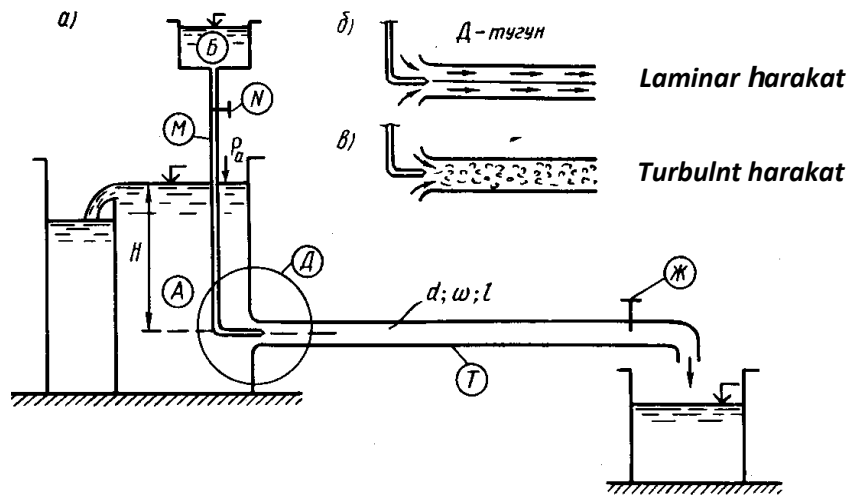
6.1-jadval

$t^{\circ}C$	$\nu, sm^2/s$	$t^{\circ}C$	$\nu, sm^2/s$	$t^{\circ}C$	$\nu, sm^2/s$
0	0,0178	11	0,0127	24	0,009
1	0,0173	12	0,0124	26	0,0088
2	0,0167	13	0,0121	28	0,0084
3	0,0162	14	0,0117	30	0,0080
4	0,0156	15	0,0114	35	0,0073
5	0,0147	16	0,0112	40	0,0066
6	0,0142	17	0,0109	45	0,0060
7	0,0139	18	0,0106	50	0,0056
8	0,0135	19	0,0104	55	0,0052
9	0,0131	20	0,0101	60	0,0048
10	0,0127	22	0,00989		

Yuqorida bayon etganimizdek suyuqlikning laminar harakatdan turbulent harakatga o'tishi Reynolds soni Re –ning ma'lum kritik miqdori bilan aniqlanadi va u Reynolds kritik soni Re_{kr} deb ataladi.

$Re < Re_{kr}$ -laminar harakat rejimi;

$Re > Re_{kr}$ - turbulent harakat rejimi.



6.1-rasm. Reynolds qurilmasining sxemasi.

Aylana shaklidagi damli quvurlar uchun kritik Reynolds soni $Re_{kr}=2000 \div 3000$ va damsiz oqimlar harakati uchun $Re_{kr}=300 \div 580$ gacha qabul qilingan.

6.1. Quvurda yo'qolayotgan energiya

Oqim o'z harakati davomida ma'lum qarshiliklarni yengishga energiyasini sarflab boradi. Bu qarshiliklar ishqalanish va inertsiya kuchlari tufayli paydo bo'ladi.

Quvurlarda energiyaning yo'qolishi ikki xil bo'ladi:

a) oqim bo'ylab energiyaning yo'qolishi;

b) mahalliy qarshiliklarda energiyaning yo'qolishi.

Bernulli tenglamasani yozamiz:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_f$$

z ; $\frac{p}{\gamma}$; $\frac{\alpha v^2}{2g}$ -hadlarning ma'nosi yuqoridagi mavzularda aytib o'tilgan.

Quvurda yo'qolayotgan energiya quyidagiga teng:

$$h_f = \sum_{i=1}^n h_i + \sum_{i=1}^n h_m$$

$\sum h_i$ -quvur uzunligi bo'yicha yo'qolgan energiya;

$\sum h_m$ -mahalliy qarshiliklarda yo'qolgan energiya.

6.2. Quvur uzunligi bo'yicha yo'qolgan energiya

Tekis harakatning asosiy tenglamasi. Darsi – Veysbax formulasi

Oqim bo'ylab solishtirma energiyaning (damning) yo'qolishi Darsi-Veysbax formulasi yordamida hisoblanadi:

$$h_e = \frac{\lambda \cdot l}{d} \frac{\alpha v^2}{2g}, \quad (6.2)$$

bu yerda: l – quvur uzunligi; d – quvur diametri; λ - gidravlik ishqalanish koeffitsienti.

Ko'p yillik nazariy va tajribaviy izlanishlar λ ni suyuqlikning harakat rejimiga va quvur materialiga bog'liq ravishda o'zgarishini ko'rsatdi, ya'ni

$$\lambda = f(Re; \bar{\Delta}),$$

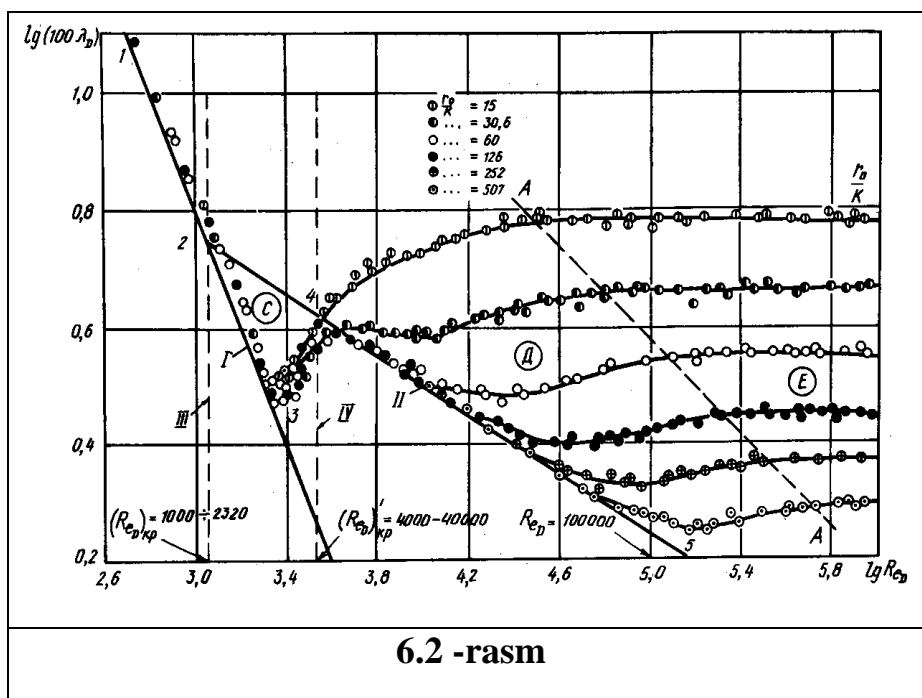
bu yerda: Re – Reynolds soni; $\bar{\Delta}$ - quvurning nisbiy g'adir-budirliigi.

Quvurning g'adir-budirliigini inobatga olish uchun nisbiy g'adir-budirlik tushunchasi kiritilgan:

$$\bar{\Delta} = \frac{\Delta}{d},$$

bu yerda: Δ -quvur g'adir-budirliigining o'rtacha balandligi; d – quvur diametri.

Gidravlik ishqalanish koeffitsienti λ ni aniqlash uchun harakat rejimini quyidagi qarshilik zonalariga bo'linadi.



6.2 -rasm

I zona. Laminap harakat zonasi bo'lib, Reynolds soni $Re \leq 2320$.

$$\lambda = f(Re) \text{ -Puazeyl formulasi yordamida aniqlanadi: } \lambda = \frac{64}{Re}.$$

II zona. O'tish zonasi deyiladi. $2320 \leq Re \leq 4000$. Bu zonada $\lambda = f(Re)$ - Blazius formulasidan topish mumkin.

III zona. Turbulent harakat zonasi. Bu zonada uchta soha mavjud (rasmda IV chiziqdan o'ng tomonda):

a) Hidravlik silliq sirt qarshilik sohasi deyiladi; $4000 \leq Re \leq \frac{20}{\Delta}$ yoki $Re < \frac{20}{\Delta}$. $\lambda = f(Re; \bar{\Delta})$. Blazius yoki Prandtl formulalaridan aniqlanadi:

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

b) Kvadratik qarshilikkacha bo'lgan soha. $\frac{20}{\Delta} \leq Re \leq \frac{500}{\Delta}$. Bu sohada $\lambda = f(Re; \bar{\Delta})$ - Altshul fopmulasi yordamida aniqlanadi:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{1/4};$$

v) Kvadratik qarshilik sohasi. $Re \geq \frac{500}{\Delta}$. Bu sohada $\lambda = f(\bar{\Delta})$ - Shifrinson formulasi yordamida aniqlanishi mumkin:

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d} \right)^{1/4}.$$

Shuni ham aytib o'tish kerakki, hamma zonalar uchun to'g'ri keladigan yagona formula ham mavjud. Bu K.Sh.Latipov formulasi bo'lib, quyidagi ko'rinishga ega ($0 \leq \text{Re} \leq 10^6$):

$$\lambda = \frac{8x}{\text{Re}} \cdot \frac{J_0(x)}{J_2(x)},$$

bu yerda: J_0, J_2 - mafhum argumentli Bessel funktsiyalari. $x = f(\bar{\Delta})$.

Mahalliy qarshilik turlari

Amaliy hisoblashda, mahalliy qarshiliklarda energiyaning yo'qolishi tezlik damiga bog'liqdir.

$$h_i = \xi_i \frac{g^2}{2g} \quad (6.3)$$

Keskin kengayishda yo'qolgan energiya nazariy formula - Borda formulasi yordamida hisoblanadi: $h_m = \frac{(g_1 - g_2)^2}{2g}$;

Bu holda, mahalliy qarshilik koeffitsienti - $\xi_{k,k}$:

$$\xi_{k,k} = \left(1 - \frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^2;$$

$$\xi_{k,k} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2$$

6.3. Qisqa quvurlarning gidravlik hisobi

Turli xildagi suyuqliklarni (suv, neft, benzin, qorishmalar va h.k.) uzatishga mo'ljallangan o'tkazgichlarni quvurlar deb aytamiz.

Quvurlarning gidravlik hisobida ularning suyuqlik uzatishi bilan bog'liq bo'lgan gidravlik jarayonlar o'rganiladi va gidravlik kattaliklar aniqlanadi.

Quvurdagi damning yo'qolishiga qarab, ular ikki turga bo'linadi: kalta va uzun quvurlar.

Quvurlarni gidravlik hisoblashda damning yo‘qolishi ham quvur uzunligi bo‘ylab va ham mahalliy qarshiliklarda inobatga olinsa, bunday quvurga kalta quvurlar deyimiz.

Nasoslarning so‘ruvchi quvuri, sifon, gidroyuritma quvurlari, moylash, avtomobil yoqilg‘i uzatish tarmoqlari va h.k.lar kalta quvurlarga misol bo‘ladi.

Quvurlarni gidravlik hisoblashda damning faqat uzunlik bo‘yicha yo‘qolishi inobatga olinsa, bunday quvurlarga uzun quvurlar deyiladi.

Uzun quvurlarda mahalliy qarshiliklarda yo‘qolgan damning miqdori uzunlik bo‘yicha yo‘qolgan damning 10% dan kamini tashkil qiladi. Suv, neft va boshqa suyuqliklar uzatish quvurlari uzun quvurlarga misol bo‘ladi.

Quvurlar ishlash sxemasiga qarab: sodda va murakkab quvurlarga bo‘linadi. Tarmoqlarga ega bo‘lmagan quvurlar sodda quvurlar deyiladi.

Bir necha tarmoqlarga bo‘linadigan quvurlar murakkab quvurlar deyiladi
Mavzuga doir quyidagi masalani ko‘rib chiqaylik.

Masala. Berilgan quvurlar tizimi orqali, rezervuardan atmosferaga oqib chiqayotgan suv sarfining miqdorini aniqlash lozim (4.3-rasm). Agar quvurlar diametri, uzunligi va materiali (Δ, λ) ma'lum bo‘lib, quyidagi qiymatlarga ega bo‘lsin: $d_1=150$ mm; $d_2=200$ mm; $d_3=250$ mm; $l_1=20$ m; $l_2=l_3=15$ m; $\lambda_1=\lambda_2=\lambda_3=0,02$ $H=3,0$ m: Jo‘mrakning qarshilik koeffitsienti $\xi =0,4$;

Yechish:

Masalani yechish uchun Bernulli tenglamasidan foydalanamiz. Bernulli tenglamasidan foydalanish quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

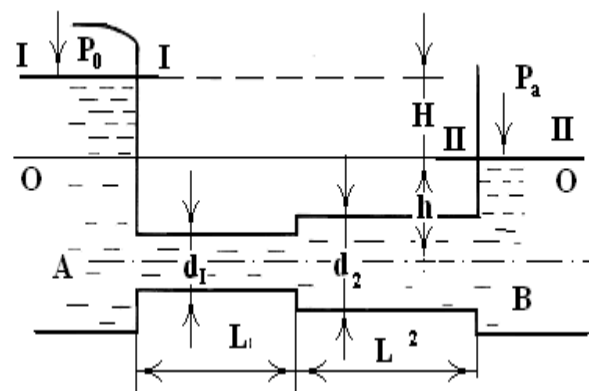
1) Kesimlarni tanlaymiz: I-I va II-II (6.3 - rasm);

2) 0-0 - taqqoslash tekislikni o‘tkazamiz,

3) Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_f;$$

4) Tenglamadagi hadlarni aniqlaymiz:



6.3-rasm

$$\begin{array}{ll}
z_1 = H & z_2 = 0 \\
p_1 = p_{am} & p_1 = p_{am} \\
g_1 = 0 & g = ? \\
\alpha_1 = 1 & \alpha_2 = 1
\end{array}$$

5) Aniqlangan hadlarni tenglamaga qo'yamiz:

$$H = \frac{p_{am}}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_{am}}{\gamma} + \frac{g_2^2}{2g} + h_f,$$

unda Bernulli tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$H = \frac{g_2^2}{2g} + h_f,$$

Endi quvurlar tizimida yo'qolgan dam - h_f miqdorini aniqlaymiz.

Ma'lumki,

$$h_f = \sum h_e + \sum h_m$$

Quvur uzunligi bo'ylab yo'qolgan dam Darsi-Veysbax formulasi bo'yicha:

$$\sum h_e = h_{l_1} + h_{l_2} + h_{l_3} = \frac{\lambda \cdot l_1 \cdot g_1^2}{d_1 \cdot 2g} + \frac{\lambda \cdot l_2 \cdot g_2^2}{d_2 \cdot 2g} + \frac{\lambda \cdot l_3 \cdot g_3^2}{d_3 \cdot 2g}.$$

Uzilmaslik tenglamasidan

$$g_1 \cdot \omega_1 = g_2 \cdot \omega_2 = g_3 \cdot \omega_3;$$

$$g_1 = \frac{\omega_3}{\omega_1} \cdot g_3; \quad g_2 = \frac{\omega_3}{\omega_2} \cdot g_3 \quad \text{hamda} \quad g_3 = g_2 \quad \text{ekanligidan foydalanib,}$$

$$\sum h_e = \left[\frac{\lambda_1 \cdot l_1}{d_1} \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 + \frac{\lambda_2 \cdot l_2}{d_2} \left(\frac{\omega_3}{\omega_2} \right)^2 + \frac{\lambda_3 \cdot l_3}{d_3} \right] \frac{g_2^2}{2g} \quad \text{yoki} \quad \sum h_e = \xi_1 \frac{g_2^2}{2g}.$$

Mahalliy qarshiliklarda damning yo'qolishi ko'rilayotgan misolda, quyidagi joylarda sodir bo'ladi: quvurning kirish qismida - (ξ_1); keskin kengayishda - (ξ_2); keskin torayishda - (ξ_3); berkitgichda - (ξ_4).

U holda

$$\sum h_m = \xi_1 \frac{v_1^2}{2g} + \xi_2 \frac{v_1^2}{2g} + \xi_3 \frac{v_2^2}{2g} + \xi_4 \frac{v_3^2}{2g}.$$

Uzilmaslik tenglamasidan va $g_3 = g_2$ ekanligidan foydalanib,

$$\sum h_m = \left[\xi_1 \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 + \xi_2 \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 + \xi_3 \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 + \xi_4 \right] \frac{g_2^2}{2g} \quad \text{yoki} \quad \sum_1 h_m = \xi_m \frac{g_2^2}{2g}.$$

Jadvaldan mahalliy qarshilik qiymatlarini olib, ξ_m -ni hisoblaymiz.

Tenglamalardan tizimda yo'qolgan dam uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$h_f = \xi_m \frac{g_2^2}{2g} + \xi_1 \frac{g_2^2}{2g} = (\xi_m + \xi_1) \frac{g_2^2}{2g} \quad \text{yoki} \quad h_f = \xi_s \frac{g_2^2}{2g},$$

bu yerda: ξ_s - tizimning qarshilik koeffitsienti.

$$H = \frac{g_2^2}{2g} + \xi_s \frac{g_2^2}{2g},$$

bu yerdan

$$g_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi_s}} \sqrt{2gH} \quad \text{yoki} \quad g_2 = \varphi \sqrt{2gH};$$

bu yerda φ - tezlik koeffitsienti.

U holda quvurlar tizimi orqali oqib chiqayotgan sarf

$$Q = \mu \omega_2 \sqrt{2gH} = \mu \cdot \frac{\pi d_3^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = 0,17 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3} = 0,06 \text{ m}^3/\text{s},$$

bu yerda μ - sarf koeffitsienti.

7. Hidromashinalar

Gidromashinalar deb, suyuqlik energiyasidan foydalanuvchi (gidrodvigatellar) yoki suyuqlik energiyasini o'zgartiruvchi (nasoslar) qurilmalariga aytiladi.

Gidromashinalarni quyidagi turlarga ajratish mumkin:

1. Hidrostatik mashinalar – suyuqlikning muvozanat holatidagi qonuniyatlari asosida ishlaydi.
2. Nasoslar – dvigatelning mexanik energiyasini suyuqlik mexanik energiyasiga aylantirib beradi.
3. Gidrodvigatellar – suyuqlik energiyasidan foydalanib, ishchi qismini harakatga keltirishga xizmat qiluvchi qurilmalarga aytiladi.

Shuni ham ta'kidlash kerakki, yuqorida keltirilgan mashinalar birgalikda ishlashlari ham mumkin. Masalan, nasos, gidrodvigatel birgalikda gidroyuritmani tashkil qiladi va hokazolar.

7.1. Nasoslar

Nasoslar suyuqlikni uzatishga moslashtirilgan gidromashinalar bo'lib, bu suyuqlikning energiyasini o'zgartirish orqali amalga oshiriladi.

Nasoslarni guruhlashni Bernulli tenglamasining energetik ma'nosidan E – suyuqlikning solishtirma tenglamasiga bog'lasak, quyidagi xulosalarga kelishimiz mumkin:

$$\mathcal{E} = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}$$

bu yerda: z - solishtirma holat energiyasi;

$\frac{p}{\gamma}$ - solishtirma bosim energiyasi;

$\frac{v^2}{2g}$ - solishtirma kinetik energiya.

Suyuqlikning holat energiyasini o'zgartiruvchi gidromashinalarni – (1-rasm) suv ko'targichlar deymiz, bularga charxpalak, chig'ir, Arximed vinti va boshqa suv ko'targichlar misol bo'lishi mumkin.

Suyuqlikning bosim energiyasini o'zgartiruvchi gidromashinalarni hajmiy nasoslar deymiz.

Suyuqlikning kinetik energiyasini o'zgartiruvchi gidromashinalarni – dinamik nasoslar deymiz.

7.1.1. Dinamik nasoslar.

Dinamik nasoslar suyuqlikka ta'sir ko'rsatuvchi ishchi qismiga qarab parrakli va oqimchali nasoslarga bo'linadi. Ishlab chiqarishda ko'pincha parrakli nasoslardan keng foydalaniladi.

Parrakli nasoslarning ishlash printsipi va kattaliklari.

Parrakli nasoslarda suyuqlikka parraklar orqali ta'sir ko'rsatish bilan suyuqlik uzatiladi. Parrakli nasoslar guruhiga markazdan qochma nasoslar, diagonal va o'qiy nasoslar kiradi.

Nasos sarfi. Vaqt birligida nasos uzatayotgan suyuqlik miqdori – Q ,

Nasos nabori. Parrakli nasoslar berayotgan nabor, nasosning kirish qismidagi (1-1) va chiqish qismidagi (2-2) solishtirma energiyalarning farqiga teng (7.1-rasm).

$$N = E_2 - E_1 \quad (7.1)$$

Nasosning kirish qismidagi suyuqlikning solishtirma energiyasi:

$$\mathfrak{E}_1 = z_1 + \frac{\rho_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

Nasosning chiqish qismidagi suyuqlikning solishtirma energiyasi:

$$\mathfrak{E}_2 = z_2 + \frac{\rho_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

E_1 va E_2 - ning qiymatlarini (5.1) qo‘yib, nasos naporini quyidagicha hisoblaymiz:

$$\frac{\rho}{\gamma} = \mathfrak{E}_2 - \mathfrak{E}_1 \quad (7.2)$$

0-0 va 1-1 kesimlari uchun Bernulli tenglamasini qo‘llab $\frac{\rho_1}{\gamma}$ -ni quyidagicha:

$$\frac{\rho_1}{\gamma} = \frac{\rho \alpha}{\gamma} - z_1 - \frac{v_1^2}{2g} - \sum h \alpha - 1 \quad (7.3)$$

Hamda 2-2 va 3-3 kesimlari uchun Bernulli tenglamasini qo‘llab, $\frac{\rho_2}{\gamma}$ -ni aniqlaymiz:

$$\frac{\rho_2}{\gamma} = H_r + \frac{\rho \alpha m}{\rho g} + \sum h_{2-3} - z_3 - \frac{v_2^2}{2g} \quad (7.4)$$

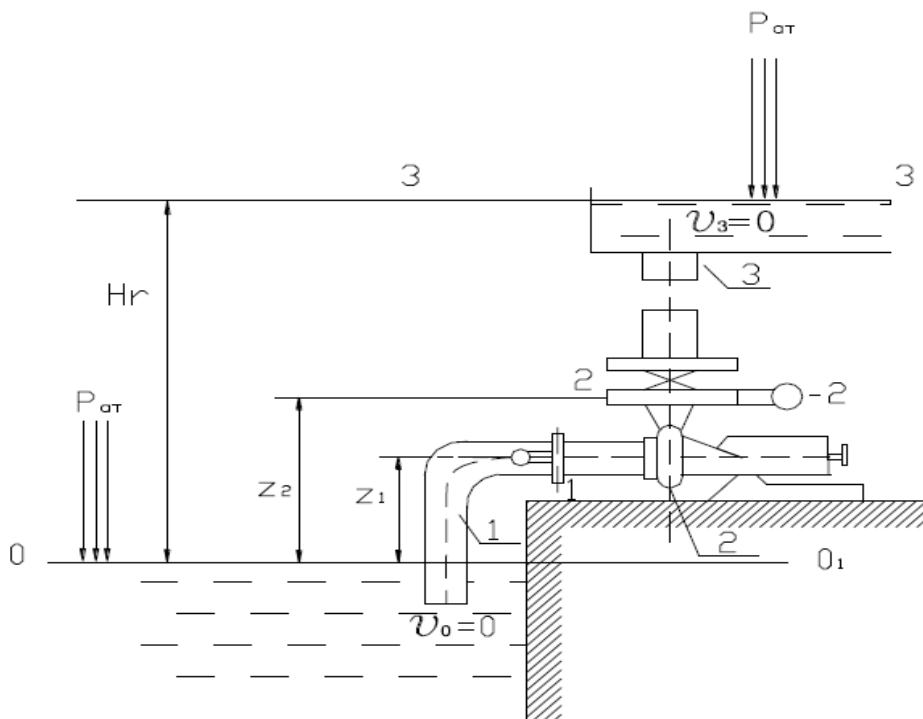
(7.3) va (7.4)-ni (7.2) formulaga qo‘yib, nasos naporini aniqlaymiz:

$$H = H_r + \sum h \alpha - 1 + \sum h_{2-3} \quad (7.5)$$

(7.5) formulaga nasos qurilmasining xarakteristikasi deyiladi, bu yerda: H - geometrik balandlik;

$$\sum h \zeta = \sum h \alpha - 1 + \sum h_{2-3}$$

$\sum h \zeta$ - 0-0 va 3-3 kesimlar orasida yo‘qolgan energiya.



7.1-rasm. Nasos qurilmasining sxemasi

$$\sum h_{\zeta} = \left(\frac{\lambda l}{\alpha} + \sum \xi M \right) \frac{Q^5}{2g\omega^2}$$

Agar $\sum h_{\zeta} = KQ^2$ deb ifodalasak, (5.5) quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$H = H_r + KQ^2$$

Nasos quvvati. Nasos foydali quvvati (N_f) deb, nasosning vaqt davomida m -massali suyuqlikning H - balandlikka uzatishda bajargan ishiga aytiladi:

$$N_{\phi} = \frac{mgH}{t} = \frac{\rho gWH}{t} = \rho gQH$$

yoki

$$N_{\phi} = \frac{\gamma QH}{102} \text{ k} \mathit{B} \mathit{m} \quad (7.7)$$

quvvatni ot kuchida ifodalasak

$$N_{\phi} = \frac{\gamma QH}{75}$$

Nasosning foydali ish koeffitsienti (FIK): foydali quvvatning valga berilgan quvvatga nisbati nasosning foydali ish koeffitsienti deb ataladi:

$$\zeta = \frac{N_{\phi}}{N} \quad (7.9)$$

FIK suyuqlikni uzatishdagi barcha energiya yo‘qotishlarini ifodalovchi miqdordir. Bu yo‘qotishlar uch xil turga bo‘linadi: gidravlik, mexanik va hajmiy:

$$\zeta = \zeta_r \zeta_N \zeta_Q$$

7.2. Masalalar.

7.1. Markazdan qochma nasos (K 20/18) suyuqlikni $H_r = 14\text{m}$ balandlikka ko‘tarmoqda. Nasos qurilmasining xarakteristikasi $H_k - H_r + 160000 Q^2$ tenglama orqali ifodalansa, nasos ishchi nuqtasini aniqlash talab qilinadi.

Yechimi:

1. Nasoslar katalogidan foydalanib, berilgan nasosning napor xarakteristikasi ko‘chirib olinadi:

A) nasosning suv sarfini noldan maksimal qiymatgacha mos tushuvchi bosim qiymatlarini jadvalga yozamiz.

1-jadval

Q л/с	0	1	2	3	4	5	6	7
H м	20	20,5	21	20,5	10,5	18	16,6	15

b) 1-jadval asosida masshtabda nasosning napor xarakteristikasi quriladi

1. Nasos qurilmasining harakteristikasi quriladi.

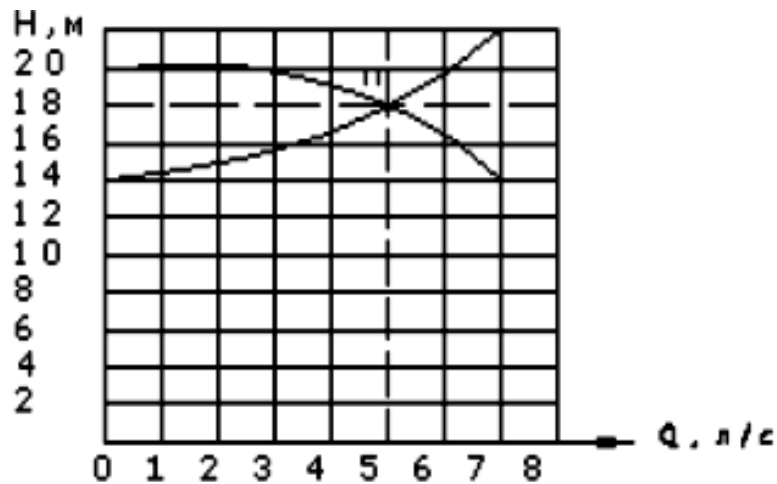
A) $H = H_r + 160000 Q^2$ tenglama asosida jadval tuziladi

2-jadval

M³ C	160000	
0.001	0.16	14.16
0.002	0.64	14.64
0.003	1.44	15.44
0.004	2.56	16.56
0.005	4.00	18.00
0.006	5.76	19.76
0.007	7.84	21.84
0.008	10.24	24.24

B) 2-jadval asosida grafik tuziladi

Nasos qurilmasi va nasos nabori xarakteristikalari kesishgan nuqtasi ishchi nuqta «A»ni beradi (7.2-rasm).



7.2-rasm

1.2. Nasosni sinovdan o'tkazish paytida quyidagi natijalar olindi:

1) nasosdan chiqish qismida manometrik (ortiqcha) bosim $P^2 = 0.35 \text{ MPa}$; nasosga kirish qismidagi vakuum $h_{\text{vak}} = 294 \text{ mm.sim.ust.}$; sarf $Q = 6,5 \text{ l/c}$; nasos valiga berilayotgan aylantiruvchi moment $M = 41 \text{ Nm}$;

2) nasos valining aylanish chastotasi $P = 800 \text{ ayl/min.}$ so'rish va napor (haydash) quvurlarining diametri bir xil qarab, nasosning foydali quvvati va FIK aniqlansin.

Yechimi: a) foydali quvvatni (7.8) formula asosida aniqlaymiz:

$$N\phi = \gamma QH$$

$$H = \frac{P}{\gamma}$$

bo'lsa,

$$N\phi = Q \cdot P$$

P – nasos bosimi, Pa .

$$P = P_m + P_{\text{vak}} = 0,35 + 0,0392 = 0,3892 \text{ mPa}$$

$$P_{\text{vak}} = 294 \cdot 133,32 = 0,0392 \text{ mPa}$$

$$N\phi = Q \cdot P = 0,0065 \cdot 389200 = 2530 \text{ Bm} = 2,53 \text{ KBT}$$

b) (7.9) formuladan FIKni hisoblaymiz:

$$N = M \cdot \omega$$

$$\omega = \pi n / 30$$

$$N = M \cdot \omega = M \pi n / 30 = \frac{41 \cdot 3,14 \cdot 800}{30} = 3433 \text{ Bm} = 3,43 \text{ KBm}$$

$$\zeta = \frac{N\phi}{N} = \frac{2,53}{3,43} = 0,74$$

Javob: $\zeta = 74 \%$

7.2. Ishchi g'ildiragining diametri $D_1 = 250$ li markazdan qochma nasos, aylanishlar chastotasi $n_1 = 1000$ ayl/min bo'lganida $H_1 = 12$ m naporda $Q = 6,4$ l/s sarf uzatadi. O'xshash rejimda ishlovchi nasos $H_2 = 18$ m dan hosil qilib, $Q_2 = 10$ l/s sarf uzatsa, uning aylanishlar chastotasi n_2 va ishchi g'ildiragining diametri D_2 aniqlansin.

Yechimi: 1. (7.9) formuladan ish g'ildiragining diametrini aniqlaymiz:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1 D_1^3}{n_2 D_2^3}$$

$$n_2 D_2^3 = \frac{Q_1}{Q_2} \cdot n_1 \cdot D_1^3; \quad n_2 = \left(\frac{Q_1}{Q_2} \cdot n_1 \cdot D_1^3 \right) : D_2^3$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{n_1^2 D_1^2}{n_2^2 D_2^2}$$

n_2 - qiymatni o'rniga qo'yamiz.

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{n_1^2 D_1^2}{\left[\left(\frac{Q_1}{Q_2} n_1 \cdot D_1^3 \right) : D_2^3 \right]^2 \cdot D_2^2}$$

$$\frac{12}{18} = \frac{1800^2 \cdot 250^2}{\left[\frac{1800(250)^3}{D_2^3} \cdot 1,56 \right]^2 \cdot D_2^2} = \frac{1800^2 \cdot 250^2 \cdot D_2^6}{1800^2 \cdot 250^6 \cdot 1,56^2 D_2^2}$$

$$\frac{12}{18} = \frac{D_2^4}{250 \cdot 1,56^2}$$

$$D_2 = 250^4 \sqrt{\frac{12}{18} \cdot 1,56^2} = 250^4 \sqrt{1,627} = 1,13 \cdot 250 = 282,5 \text{ мм}$$

Aylanishlar chastotasini aniqlaymiz:

$$n_2 = \left(\frac{Q_1}{Q_2} \cdot n_1 D_1^3 \right) : D_2^3 = \frac{1,56 \cdot 1800 \cdot 250^3}{(282,5)^3} = 1952 \text{ айл/мин}$$

Javob: $D_2 = 282,5 \text{ мм}$ $n_2 = 1952 \text{ ayl/min}$.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. K.Sh.Latipov, A.M.Arifjanov, H.Kadirov, B.Toshov. *Gidravlika va gidravlik mashinalar.* – Toshkent. “Alisher Navoiy”, 2014 y.
2. K.Sh.Latipov. *Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar* –Toshkent “O‘qituvchi”, 1992y.
3. A.M.Arifjanov, Q.T.Raximov, A.K.Xodjiyev, «Gidravlika». - Toshkent, TIMI, 2016 y.
4. Т.М. Башта и др. «Гидравлика, гидромашины и гидроприводы» - М – «Машиностроение» - 1982 г.
5. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам – Минск, «Высшая школа» - 1985г.
6. Б.Б.Некрасов. «Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам» - М., «Высшая школа» - 1989г.
7. Yu.E.Eshmurodov, A.M.Arifjanov. *Gidravlika fanidan amaliy mashg‘ulotlar uchun qo‘llanma* –Toshkent, 1991 y.
8. 7.A.M.Arifjanov. *Gidravlika. O‘quv qo‘llanma* –Toshkent, 2005 y.

MUNDARIJA:

Kirish	3
1. Suyuqliklar. Suyuqliklarning fizik xossalari.....	4
1.1. Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari	4
1.2. Ideal suyuqliklar	7
1.3. Masalalar	7
2. Hidrostatik bosim.....	9
2.1. Hidrostatik bosim va uning xossalari	10
2.2. Hidrostatik bosimning o‘lchov birliklari	10
2.3. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi va natijalari.....	11
2.4. Manometrik va vakuometrik bosimlar	12
Masalalar	13
3. Ixtiyoriy tekis shaklga ta’sir etayotgan gidrostatik bosim kuchi.....	15
3.1 Analitik usul	15
3.1.1 Bosim markazini aniqlash.....	16
3.2 Grafoanalitik usul	17
3.3 Masalalar	17
4. Arximed qonuni.....	19
4.1. Masalalar	19
5. Hidrodinamika. Suyuqlik harakatining kinematikasi.....	21
5.1. Oqimning asosiy gidravlik elementlari.....	21
5.2. Uzilmaslik (barqaror harakat) tenglamasi.....	23
5.3. D.Bernulli tenglamasi.....	24
5.4. Real suyuqlikning elementar oqim naychasi uchun Bernulli tenglamasi..	26
6. Suyuqlikning harakat rejimlari.....	28
6.1. Quvurda yo‘qolayotgan energiya.....	30
6.2. Quvur uzunligi bo‘yicha yo‘qolgan energiya.....	31
6.3. Qisqa quvurlarning gidravlik hisobi.....	33
7. Hidromashinalar.....	36
7.1. Nasoslar.....	36
7.1.1. Dinamik nasoslar.....	37
7.2. Masalalar.....	40
Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati	44

I s a k o v X o l m a t j o n X o s h i m o v i c h
X o d j i e v A l i s h e r K u l d a s h e v i c h
A p a k x u j a y e v a T u r s u n o y U b a y d u l l a y e v n a

“GIDRAVLIKA, GIDROMASHINALAR, GIDRO VA PNEVMOYURITMALAR”

**fanidan grafik hisoblash ishlarini bajarish bo'yicha
USLUBIY KO'RSATMA**

Muharrir: M.Mustafayeva

Musahhih: D.Almatova

Bosishga ruxsat etildi: _____y.

Qog'oz o'lchami 60x84 1/16. Hajmi 2,8 b. t.

Adadi: 50 nusxa. Buyurtma №_____

TIQXMMI bosmaxonasida chop etildi

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

