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

TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI

“Suyuqliklar mexanikasi va gidravlik mashinalar”

fanidan amaliy mashg‘ulotlarni bajarish bo‘yicha

USLUBIY KO‘RSATMA

TOSHKENT – 2019

Ushbu uslubiy ko‘rsatma institut Ilmiy uslubiy Kengashining “28”noyabr 2018 yilda bo‘lib o‘tgan 7 – sonli majlisida ko‘rib chiqildi va chop etishga tavsiya etildi.

Tuzuvchilar:	Q.Raximov,	(PhD) dotsent.
	Z.Ibragimova,	assistent.
	T.Apakxujaeva,	assistent.
	D.Allayorov,	stajer.
	S.Jonqobilov,	stajer.

Taqrizchilar:

O‘. Xusanxo‘jayev, Toshent arxitektura va qurilish instituti “Gidrotexnika inshootlari, zamin va poydevorlar” kafedrasi dotsenti, t.f.n.

B. Obidov, TIQXMMI, “Suv energiyasi va nasos stansiyalaridan foydalanish” kafedrasi dotsenti, t.f.n.

Kirish.

Talabalar "Suyuqliklar mexanikasi va gidravlik mashinalar" fanidan ma'ruza darslarida olgan bilimlarini amaliyot darslarida mustaxkamlash uchun, ya'ni bevosita amaliy masalarni yechish ko'nikmasini orttirish uchun maskur uslubiy ko'rsatmaning ahamiyati katta.

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.

Masalalarni tanlashda talabaning mutahasisligiga alohida e'tibor berilib, o'qitilayotgan fanni boshqa fanlar bilan bog'lanishini ko'rsatishga harakat qilindi.

Uslubiy ko'rsatma suyuqliklar mexanikasi va gidravlik mashinalar fanini o'qitish dasturi asosida yozilgan bo'lib, gidrostatika, gidrodinamika va gidravlik mashinalar bo'limlarini o'z ichiga oladi. Ko'rsatmada keltirilgan masalalarning har biri o'tiladigan mavzuga mos ravishda yechimi berilgan.

Uslubiy ko'rsatma talabalarning amaliy mashg'ulotlarni 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. Gidravlika 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 massasi:

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

bu yerda: *m* –suyuqlikning massasi

W – suyuqlikning hajmi

SI sistemasida zichlikning o‘lchov birligi quyidagicha qabul qilingan: $\frac{kg}{m^3}$

texnik sistemada $\frac{g}{sm^2}$

Ba’zan amaliyotda nisbiy zichlik tushunchasi kiritiladi:

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

Nisbiy zichlik – suyuqlik zichligining suvning 4^0C 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 (normal atmosfera bosimida).

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 berilgilanadi.

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

G – suyuqlik og‘irligi

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

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:

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

3. <u>Suyuqliklarning haroratdan kengayishi.</u> Zichlik <u>harorat</u> o‘zgarishi bilan o‘zgarib boradi. Demak, <u>harorat</u> o‘zgarishi bilan hajm o‘zgaradi.

Suyuqlikning harorati o‘zgarganda, uning hajmining o‘zgarishi suyuqliklarning haroratdan kengayishi deyiladi.

Suyuqliklarning bu hususiyatlaridan amaliy ishlarda foydalaniladi.

Suyuqliklarning hajmiy kengayishini ifodalash uchun “hajmiy kengayish harorat koeffitsienti” kiritilgan bo‘lib, u suyuqlikning harorati bir birlikka o‘zgarganda, uning hajmining qanday o‘zgarishini bildiradi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

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

Bu yerda:

$\Delta W = W - W_0$ -qizdirilgandan keyingi va boshlang‘ich hajmlar farqi;

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

β_t – juda kichik qiymat bo‘lib, quyidagi jadvalda (1.2 jadvalda) bir necha suyuqliklar uchun β_t - qiymati keltirilgan (t=20^0 C, normal atmosfera bosimida)

1.2 jadval

Suyuqlik	Suv	Glitserin	Spirt	Neft	Simob	Yog‘ AMG-10
β_t , 1/^{0}C	0.00015	0.0005	0.0011	0.0006	0.00018	0.0008

4. <u>Suyuqliklarning siqilishi</u>. 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.

Suyuqliklarga berilgan bosim o‘zgarganda ularning hajmining o‘zgarishi suyuqliklarning siqilishi deyiladi.

Suyuqliklarning siqilishini ifodalash uchun **hajmiy siqilish koeffitsienti** tushunchasi kiritilgan. Bosim bir birlikga o‘zgarganda suyuqlik hajmining qanday o‘zgarishini ifodalovchi koeffitsient hajmiy siqilish koeffitsienti deyiladi va u quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\beta_w = -\frac{1}{W} * \frac{\Delta W}{\Delta P} \tag{1.5}$$

Bu yerda:

$\Delta P = P - P_0$ - keyingi va boshlang‘ich bosimlar farqi;

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

1.3 jadval

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

Jism massasining o‘zgarmasligi (1.1 formula)dan foydalanib hajmiy siqilish koeffitsienti va zichlik orasida quyidagi bog‘lanishni keltirish mumkin:

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

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

5. <u>Yopishqoqlik</u> deb suyuqlik harakatlanayotganda uning qatlamlarining bir-biriga nisbatan siljishiga qarshilik ko‘rsatish xususiyatiga aytiladi.

Suyuqliklarning yopishqoqligi ikkita koeffitsient orqali ifodalanadi:

Dinamik yopishqoqlik koeffitsienti - μ
Kinematik yopishqoqlik koeffitsienti - υ

Yopishqoqlik hodisasi suyuqliklar haraktlanayotganda namoyon bo‘ladi. Suyuqlikning yopishqoqligini ichki ishqalanish kuchi ham deyiladi.

1686 yil Ingliz matematik –fizik olimi Isaak Nyuton ichki ishqalanish kuchini tezlik gradientiga chiziqli bog‘langanligi haqidagi gipotezani ilgari suradi va u quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$F = \pm \ \mu S(du/dy) \tag{1.7}$$

bu yerda: du/dy   - tezlik gradient;
S   - qatlamlarning yuzasi;
μ   - dinamik yopishqoqlik koeffitsienti.

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

$$\tau = \frac{F}{S} = \pm\mu\frac{du}{dy} \tag{1.8}$$

Dinamik yopishqoqlik koeffitsientining birligi SI sistemasida

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

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

Kinematik yopishqoqlik koeffitsienti bilan dinamik yopishqoqlik koeffitsienti orasida quyidagi bog‘lanish mavjud:

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

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

Yopishqoqlik koeffitsientini 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 quiydagi formula bilan ifodalanadi:

$$\upsilon = \frac{0.0177}{1 + 0.0337t + 0.00022t^2} * 10^{-4}, \qquad \frac{m^2}{s} \tag{1.9}$$

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

$$\upsilon_\rho = \upsilon_0(1 + 0.03P)\,, \tag{1.10}$$

bu yerda: υ_ρ , υ_0 - tegishlicha bosim va atmosfera bosimida kinematik yopishqoqlik koeffitsienti;
P - yopishqoqlik o‘lchangan bosim.

Quyidagi jadvalda (1.4 jadval) bir necha xil suyuqliklarning yopishqoqlik koeffitsientlari keltirilgan (t=20 ^{0}C).

1.4 jadval

Suyuqlik	Suv	Kerosin	Glitserin	Yog‘ AMG-10	Neft	Simob
E, ^{0}C	20	15	20	50	18	15
υ, 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 suyuqlik tushunchasi kiritiladi. Ideal suyuqlik deb fizik xossalari cheklangan suyuqlikka aytiladi, ya’ni, ideal suyuqlik absoyut siqilmaydigan, issiqlikda hajmi o‘zgarmaydigan, cho‘zuvchi va siljituvchi kuchlarga qarshilik ko‘rsatmaydigan abstrakt tushunchadagi suyuqlikdir. Uning bu xususiyatlari yopishqoqlik xossasining yo‘qligi bilan ifodalanadi. Shunga asosan ideal suyuqlik deb yopishqoqligi yo‘q va mutlaqo (absolyut) siqilmaydigan suyuqlikka aytiladi.

<u>Masalalar:</u>

1.1. Benzin bilan to‘ldirilgan bak, quyoshda 50^{0}C gacha harorati ko‘tarildi. Agar bak absolyut qattiq deb qaralsa benzinning bosimi qanchaga o‘zgaradi? Benzinning boshlang‘ich harorati 20^{0}C, hajmiy siqilish koeffitsienti $\beta_w = \frac{1}{1300} * \frac{1}{mPa}$ issiqlikdan kengayish harorat koeffitsienti $\beta_t = -8 * 10^{-4}\ \frac{1}{°\mathrm{C}}$

<u>Yechimi:</u>

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

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

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

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

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

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

Javobi: ΔP=$312 * 10^5 Pa$

1.2. Okean tubida H chuqurlikdagi suv zichligini aniqlash kerak, agar uning hajmiy siqilish koeffitsienti $\beta_W = \frac{1}{2*10^3\mathrm{mPa}}$ qaralayotgan chuqurlikdagi manometrik bosim ΔP=101 mPa va okean sathidagi suvning zichligi ρ_0=1030 kg/m^3 bo‘lsa,

Yechimi:

(1.6) formuladan o‘zgargan zichlik miqdori

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

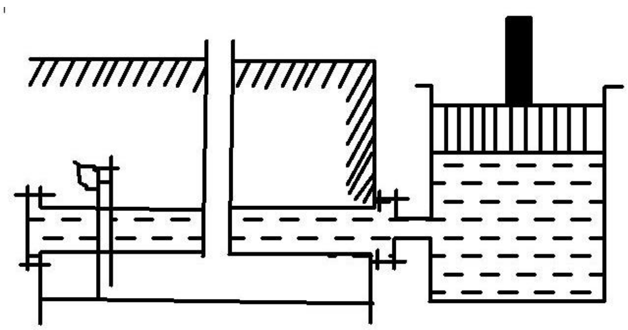
Okean tubidagi suyuqlikning zichligi

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

Javobi: ρ =1082 kg/m^3

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

Yechimi:



1.2.1-rasm

1. Quvurdagi suyuqlikning boshlang‘ich hajmini aniqlaymiz:

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

2. (1.5) formuladan foydalanib bosimni ΔP gacha oshirish uchun kerak bo‘ladigan 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: ΔW =1.96 *l*.

2. GIDROSTATIKA.

Gidravlikaning gidrostatika bo‘limida – suyuqliklarning muvozanat qonuniyatlari o‘rganilib ularning texnikaga tadbiqi bilan shug‘ullaniladi.

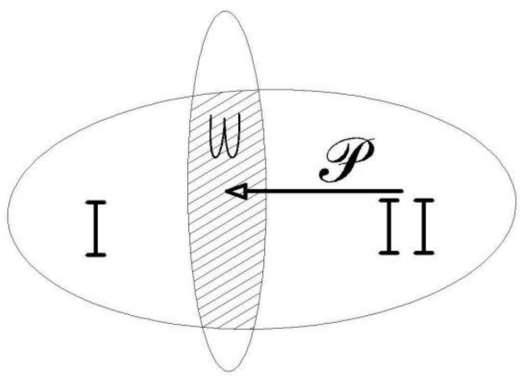
2.1. Gidrostatik bosim va uning xossalari.

Gidrostatik bosim kuchining (*P*) u ta’sir qilayotgan yuzaga (ω) nisbati o‘rtacha gidrostatik bosim deb ataladi:

$$P_{o‘rt} = P / \omega \qquad (2.1)$$

Agar ω – yuzani kichraytirib borib nolga intiltirsak (ω →0) P biror chegaraviy qiymatga intiladi va u qiymat nuqtadagi gidrostatik bosim deb ataladi:

$$P = \lim_{w \to 0} P/\omega$$



2.1-rasm. **Gidrostatik bosimni tushintirishda doir**

Muvozanatdagi suyuqlik bosimi quyidagi xossalarga ega:

1. Gidrostatik bosim 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.

2.1. Nuqtadagi gidrostatik bosim faqat shu nuqta koordinatlariga bog‘liqlar, ya’ni:

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

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:
   m. suv ustuni, mm. simob ustuni.
3. Texnik sistemalarda:
   Texnik atmosfera – at (atm, bar)

Quyidagi jadvalda (2.1-jadval) bosim o‘lchov birliklari orasidagi munosabatlar 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

2.2. Muvozanatdagi suyuqlikning differensial tenglamasi.

Muvozanatdagi suyuqlikning differensial tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial x} &= \rho X \\ \frac{\partial P}{\partial y} &= \rho Y \\ \frac{\partial P}{\partial z} &= \rho Z \end{aligned}\right\} \qquad (2.3)$$

Bu yerda: *X, Y, Z* - massa kuchlarining koordinata o‘qlaridagi proyeksiyalari;
ρ – suyuqlikning zichligi;

$\frac{\partial P}{\partial x}, \frac{\partial P}{\partial y}, \frac{\partial P}{\partial z}$ - Bosim gradienti

Bu tenglamalar sistemasi 1755 yilda L.Eyler tomonidan yozilgan.

2.3. Gidrostatikaning asosiy tenglamasi.

(2.3) sistema tenglamalarini ikkala tomonlarini mos ravishda *dx*, *dy*, *dz* ga ko‘paytirib ularni hadma-had qo‘shamiz:

$$\frac{\partial P}{\partial x}dx + \frac{\partial P}{\partial y}dy + \frac{\partial P}{\partial z}dz = \rho(Xdx + Ydy + Zdz)$$

Tenglamaning chap tomoni bosimning to‘liq differensialini beradi, shuning uchun:

$$dP = \rho(Xdx + Ydy + Zdz)$$

Agar tinch turgan suyuqlik faqat og‘irlik kuchi ta’sirida bo‘lsa, birlik massa kuchlarining koordinata o‘qlaridagi proyeksiyalari:

X=0, Y=0, Z=-g

bo‘ladi, bu qiymatlarni (2.2) qo‘ysak:

$$dP = \rho(0 + 0 - gdz) \text{ yoki } dP = -\rho g dz$$

Bu tenglamani quyidagi shartlar asosida $\rho=const,\ g=const$

Integrallab quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$Z + \frac{P}{\rho g} = const \qquad (2.4)$$

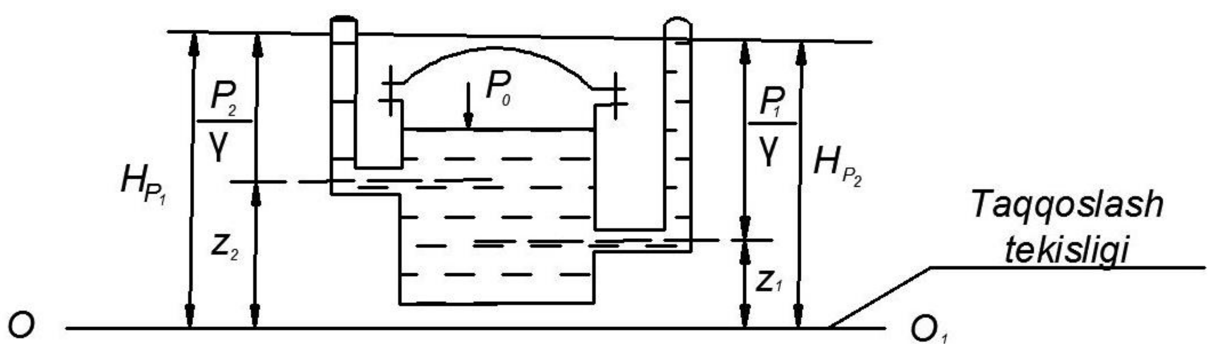
(1.3) formula asosida, ya’ni $\rho g=\gamma$ (2.4) tenglamani quyidagicha yozamiz:

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

Bu yerda: Z – nuqtaning koordinatasi;

$\frac{P}{\gamma}$ - Pyezometrik balandlik;

(2.4), (2.5) tenglamalarga gidrostatikaning asosiy tenglamasi deyiladi.



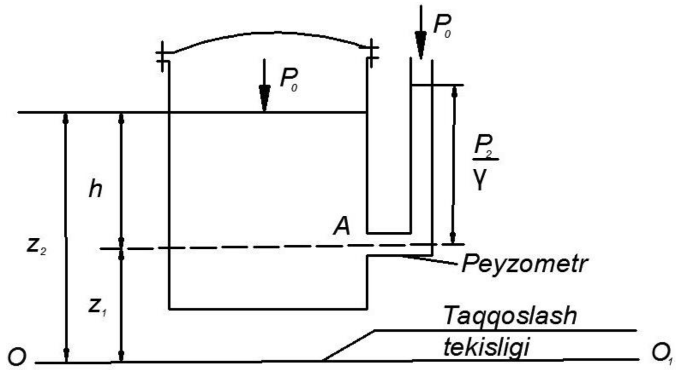
2.2 - rasm. Gidrostatikaning asosiy tenglamasiga doir

2.3.1. Gidrostatika asosiy tenglamasining natijalari.

1. **Teng bosimli sirt** (*P=const*) gorizontal tekislikdir. (2.4) tenglamga, *P=const* qo‘ysak *dz=0* ga ega bo‘lamiz. Uni integrallasak *z=const* bo‘ladi. Bu esa gorizontal tekislikning tenglamasidir.

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

2. **Ixtiyoriy nuqtadagi bosimni aniqlash.** Faraz qilamizki idishdagi ixtiyoriy A nuqtadagi bosimni aniqlash kerak bo‘lsin, buning uchun suyuqlik erkin sathidagi P_0 bosim berilgan bo‘lsin (2.3-rasm). U holda qaralayotgan holat uchun gidrostatikning asosiy tenglamasini yozamiz:



2.3-rasm.

$$Z_1 + \frac{P_A}{\gamma} = Z_2 + \frac{P_o}{\gamma} \tag{2.6}$$

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.

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

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

$z_2 - z_1 = h$ deb belgilab,

$$P_A = P_0 + \gamma h \tag{2.7}$$

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

P_0 – tashqi bosim;

h – qaralayotgan nuqtaning chuqurligi; Chuqurlik deb suyuqlik erkin sathidan qaralayotgan nuqtagacha bo‘lgan eng yaqin masofaga aytiladi.

γh – suyuqlik ustunining og‘irlik bosimi;

(2.7) 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. **Paskal qonuni.** Paskal qonuniga ko‘ra suyuqlikka tashqaridan berilgan bosim suyuqlikning hamma nuqtalarga o‘zgarishsiz uzatiladi.

Gidrostatikaning asosiy tenglamasidan:

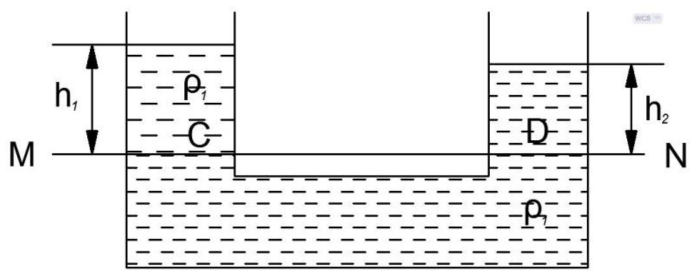
$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma}$$

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

$$Z_1 + \frac{P_1 + \Delta P_1}{\gamma} = Z_2 + \frac{P_2 + \Delta P_2}{\gamma} \qquad (2.8)$$

(2.8) formuladan $\Delta P_1 = \Delta P_2$ bo‘ladi.

4. **Tutash idishlar qonuni.** Tutash idishlarga har xil suyuqlik quyilgan bo‘lsa, u holda ularning egallagan chuqurliklari zichliklariga teskari proportsionaldir (2.4-rasm).



2.4-rasm

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \qquad (2.9)$$

MN- suyuqliklarni ajratuvchi tekislik bo‘lib, (1) natija asosida teng bosimli sirt bo‘ladi, ya’ni $P_C = P_D$

(2.7) formula asosida $P_C = P_a + \gamma_1 h_1$; $P_D = P_a + \gamma_2 h_2$ bo‘ladi. Ma’lumki, $P_C = P_D$, u holda $\gamma_1 h_1 = \gamma_2 h_2$ yoki $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1}$; $\gamma_1 = \rho_1 g$; $\gamma_2 = \rho_2 g$ *deb olsak,* $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$

2.4. Manometrik va vakuumetrik bosimlar.

Amaliyotda bosimni harakterlash uchun manometrik va vakuumetrik bosimlardan foydalaniladi.

Agar ixtiyoriy nuqtadagi bosim, atmosfera bosimidan yuqori bo‘lsa $P_0 > P_a$, atmosfera bosimidan yuqori bo‘lgan qismiga manometrik bosim deyiladi va quyidagicha hisoblanadi (2.5-rasm):

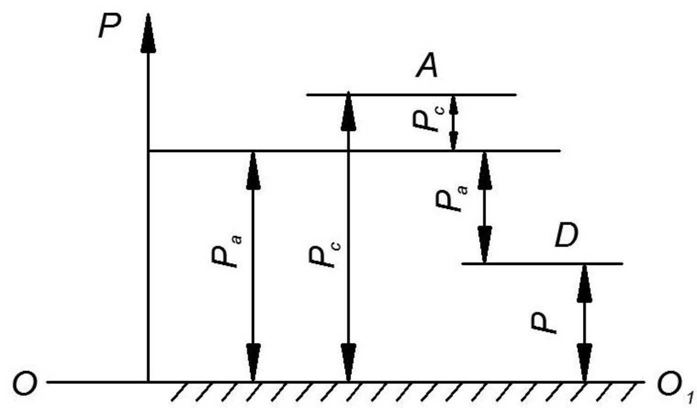
$$P_M = P_0 - P_a \tag{2.10}$$

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 vakuumetrik bosim deyiladi va u quyidagicha hisoblanadi (2.5-rasm).



2.5-rasm. Bosimni tushuntirishga doir

$$P_V = P_a - P_0 \tag{2.11}$$

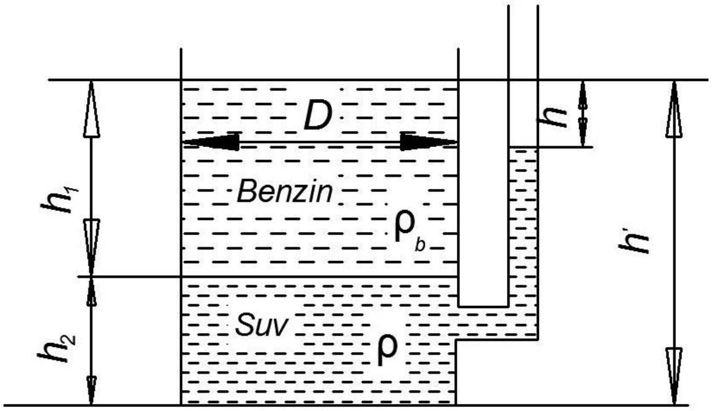
P_V – vakuumetrik bosim,

Vakuumetrlar – vakuumetrik bosimni o‘lchaydi.

Monovakuumetrlar ham manometrik va ham vakuumetrik bosimlarni o‘lchaydi.

<u>Masalalar:</u>

2.1 Diametri D=2.0 m gat eng bo‘lgan silindrsimon bakka H=1.5 m gacha suv va benzin quyilgan. Pyezometrdagi suv sathi benzin sathidan h=300 mm past. Bakdagi benzin og‘irligini aniqlang, agar benzin zichligi ρ_δ = 700 kg/m^3 bo‘lsa (2.6-rasm).



2.6-rasm.

Yechishi:

1. Gidrostatika asosiy tenglamasining 1-natijasiga asoslanib A nuqtadagi bosim

$P_A = P_a + \rho_\delta g h_1 + \rho g h_2$

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

Tenglamaning o‘ng tomonlarini tenglashtirib, h – ni aniqlaymiz

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

Ma’lumki,

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

u holda

$$h_1(\rho_\delta g - \rho g) = \rho g h$$

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

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

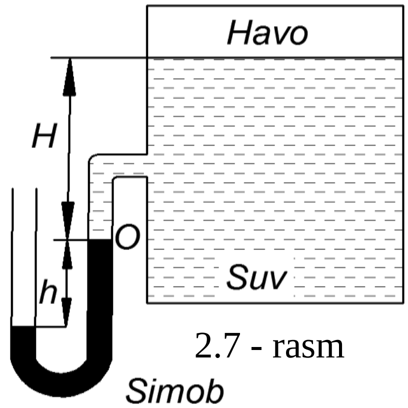
Javobi: G =22 kN

2.2. Idishdagi havoning absolyut bosimini aniqlash kerak. Agar simobli asbobning ko‘rsatishi h =363 mm, balandligi H =1.0 m bo‘lsa, Simobning zichligi ρ_c =13600 kg/m^3. Atmosfera bosimi 736 mm simob ustuniga teng. (2.7-rasm)

Yechimi:

1. (2.2) formuladan C nuqtadagi bosim

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



2.7 - rasm

2. Suyuqlik sathidagi bosim

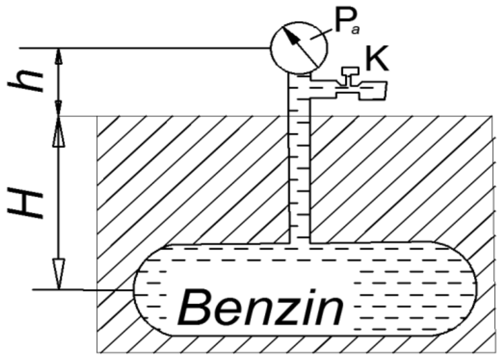
$$P_0 = P_c - \rho_c gH = P_a - \rho_c gh - \rho gH =$$

$$= 10^5 \frac{N}{m^2} - 13600 \frac{kg}{m^3} * 9.81 \frac{m}{s^2} * 0.368m - 10^3 \frac{kg}{m^3} * 9.81 \frac{m}{s^2} * 1m =$$

$$= 39952 \frac{N}{m^2} \approx 40kPa$$

Javobi: P_0=40*kPa*

2.3 H=5m chuqurlikda rezervuardagi absolyut bosimni aniqlash kerak, agar h=1.7m balandlikda qo‘yilgan vakuumetrning ko‘rsatishi P_B = 0.02 mPa bo‘lib, atmosfera bosimi h_a =740 mm simob ustuniga va benzin zichligi ρ_δ = 700 kg/m^3 bo‘lsa (2.8-rasm).



2.8 - rasm

Yechimi:

1. Ma’lumki, vakuumetr vakuumetrik bosimni o‘lchaydi, u holda absolyut bosim quyidagicha aniqlanadi:
   $P_B = P_a - P_A$
   $P_A = P_a - P_B = 0.8at = 0.08MPa$
2. C nuqtadagi absolyut bosimni quyidagi formula yordamida hisoblaymiz:

$$P_C = P_A + \rho_\delta g(H+h) = 0.8 * 10^5 \frac{N}{m} + 700 \frac{kg}{m^3} * 9.81 \frac{m}{s^2} * 6.7m = 1.26at$$

Javobi: P_C =0.126 MPa

2.5. 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 gidrosilindrda 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.

2.5.1. Analitik usul.

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

$$P = P_c * \omega \qquad (2.12)$$

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

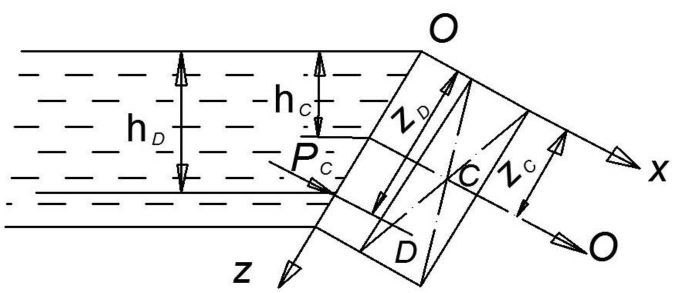
Nazariy mehanika kursidan ma'lumki, kuchni to'liq ifodalash uchun quydagi elementlarni aniqlash kerak:

a) Miqdori;
b) Yo'nalishi;
c) Qo'yilgan nuqtasi.

Kuchning miqdorini (2.12) formula yordamida, yo'nalishini gidrostatik bosimning hossasidan (I), ya'ni gidrostatik bosim kuchi ta'sir etayotgan yuzasiga tik yo'nalgan, aniqlaymiz.

2.5.1.1. Bosim markazini aniqlash.

Kuchning qo'yilgan nuqtasini analitik usulda, Varinion teoremasidan foydalanib quyidagi formula yordamida aniqlanadi (2.9-rasm).



2.9-rasm. Bosim markazini tushuntirishga doir.

$$Z_D = Z_C + \frac{J_0}{Z_C \omega} \qquad (2.13)$$

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

Gidrostatik bosim kuchi qo'yilgan nuqtaga <u>*bosim markazi*</u> deyiladi.

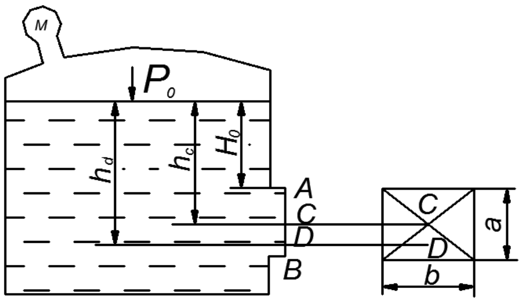
Tekis shakl vertikal holatda bo'lsa, bosim markazi quyidagicha aniqlanadi:

$$h_D = h_C + \frac{J_0}{h_C \omega} \qquad (2.14)$$

Tekis shakl gorizontal holatda bo'lsa, bosim markazi bilan og'irlik markazi ustma-ust tushadi ($h_D = h_C$).

Endi (2.12), (2.13) va (2.14) formulalardan foydalanib masalalar yechish tartibini ko'ramiz.

Masala:



2.10-rasm.

Suyuqlikning rezervuar qapqog‘iga (AB) ta’sir etayotgan bosim kuchini va bosim markazini aniqlang. Agar qopqoq o‘lchamlari a= 1,0 m, b=1,2 m suyuqlik zichligi ρ =700 kg/m^3 va rezervuarga o‘rnatilgan manometrning ko‘rsatishi P =0,08 MPa H_0=1,5 m bo‘lsa (2.10-rasm).

<u>Yechimi:</u>

1. Tekis shakl og‘irlik markaziga qo‘yilgan bosimni aniqlaymiz:

Suyuqlikning ixtiyoriy nuqtasidagi bosim:

$$P_C = P_0 + \rho g h_c$$

Bu yerda: P_0 tashqi bosim, $P_0=P_M+P_a$

$$h_c = H_0+(a/2)$$

u holda

$$P_c = P_M+P_a+\rho g(H_0+(a/2))$$

2. Tekis shakl yuzasini aniqlaymiz:

$$\omega = b*a$$

3. Gidrostatik bosim kuchini (3.1)dan aniqlaymiz:

$$P = P_c* \omega=[P_M+P_a+\rho g(H_0+(a/2))]b*a$$

Berilgan qiymatlari qo‘yib, gidrostatik bosim kuchini hisoblaymiz:

$P = [0.08*10^6\ N/m^2 + 10^5 N/m^2 + 700 kg/m^3 * 9.81 m/s^2 (1.5m+0.5m)]*1.2m^2=$
$=232800N=233kN$

4. Bosim markazini (2.14) aniqlaymiz:

$$h_D = h_C + \frac{J_0}{h_C\omega}$$

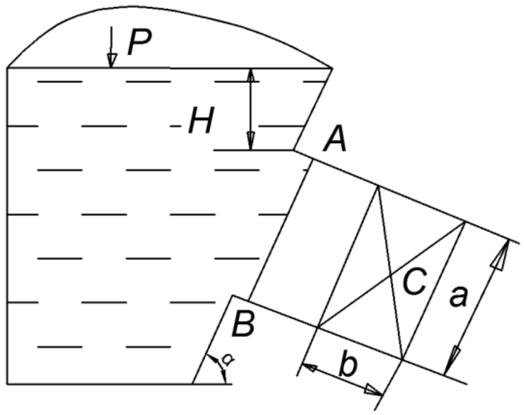
Bu yerda

$$h_c = H_0 + \frac{a}{2}\ ; \quad \omega = ba\ ; \quad J_0 = \frac{ba^3}{12}$$

U holda, berilgan qiymatlarni qo‘yib h_D–ni aniqlaymiz:

$$h_D = \left(H_0 + \frac{a}{2}\right) + \frac{ba^3}{(H_0 + \frac{a}{2})12ba} = 2 + \frac{1}{24} = 2.06m$$

Endi bosim markazini aniqlashning boshqa hollarda ham ko‘ramiz.



2.11-rasm.

1. Agar idish devoir burchak ostida joylashgan bo‘lsa (2.11-rasm) (2.13) formula yordamida Z_D –ni aniqlaymiz:

Bu yerda: H_0 =1.5m
a =1.4m
b =1.2m

α =60^0 bo‘lib, bosim markazini aniqlash kerak bo‘lsin:

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

Bu yerda:

$$Z_C = \frac{H_0}{sin\alpha} + \frac{a}{2};\ \ J_0 = \frac{b\,a^3}{12};\ \ \omega = ba$$

$$Z_D = \left(\frac{H_0}{sin\alpha} + \frac{a}{2}\right) + \frac{b\,a^3}{12\left(\frac{H_0}{sin\alpha} + \frac{a}{2}\right)ba} = \left(\frac{H_0}{sin\alpha} + \frac{a}{2}\right) + \frac{a^2}{12\left(\frac{H_0}{sin\alpha} + \frac{a}{2}\right)} =$$

$$= \left(\frac{1.5}{0.86} + 0.7\right) + \frac{2.56}{12\left(\frac{1.5}{0.86} + 0.7\right)} = 2.53m$$

U holda

$h_D = Z_D \cdot sin\alpha$ =2.17m

Bunday hollarda bosim markazini aniqlashning bir qulay usuli bor (Gidravlika kafedrasi professori A.Arifjanov tomonidan taklif etilgan).

Burchak ostida joylashgan tekis shakl vertikal tekislikka proyeksiyalanib, bosim markazi (2.14) formula bilan hisoblanadi:

$$h_D = h_C + \frac{J_0{}'}{h_C \omega'}$$

Bu yerda: $J_0{}'$ -tekis shakl proyeksiyasining inertsiya momenti;

ω' - tekis shaklning vertikal tekislikka proyeksiyasi.

U holda

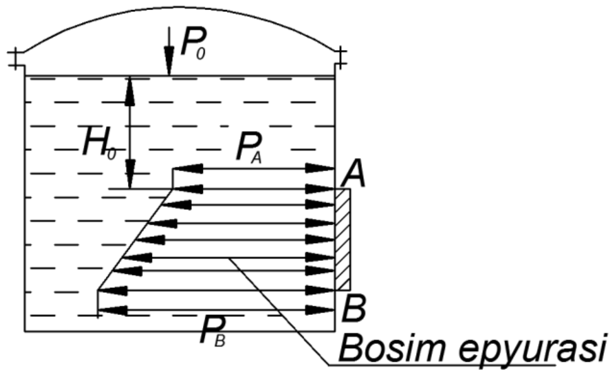
$$h_D = \left(H_0 + \frac{asin\alpha}{2}\right) + \frac{b(asin\alpha)^3}{12\left(H_0 + \frac{asin\alpha}{2}\right)basin\alpha} = 2.17m$$

2.5.2. Grafoanalitik usul.

Bu usulni yuqoridagi masala asosida tushuntiramiz:

1. Masshtab bilan bosim epyurasini (2.12-rasm) chizamiz. A nuqtadagi bosim:

$$P_A = P_o + \rho g H_0$$



2.12-rasm.

B nuqtadagi bosim

$$P_B = P_o + \rho g (H_0 + a)$$

2. Gidrostatik bosim kuchi bosim epyurasining hajmiga teng:

$$P = W_{b.e.} = \omega_{b.e.} * b \qquad (2.15)$$

Bu yerda: $\omega_{b.e}$ – bosim epyurasining yuzasi, bizning misolda quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega_{b.e.} = \left(\frac{P_A + P_B}{2}\right)$$

u holda gidrostatik bosim kuchi

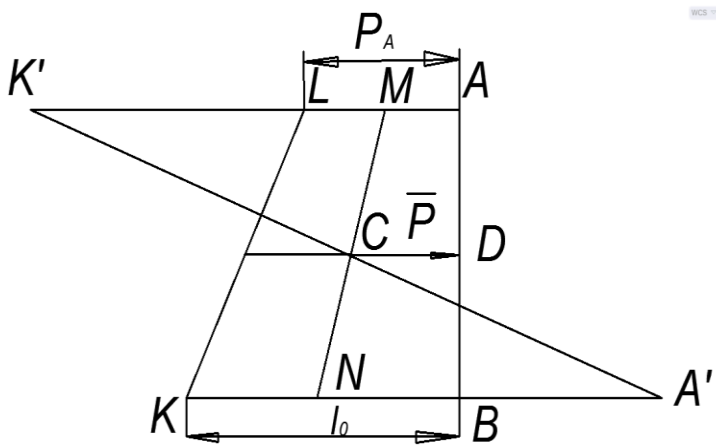
$$P = \left(\frac{P_A + P_B}{2}\right) \cdot a \cdot b = \left(\frac{190.5 \cdot 10^3 + 198.9 \cdot 10^3}{2}\right) \cdot 1.2 \cdot 1 = 233kN$$

2.5.3. Bosim markazini aniqlash.

Grafoanalitik usulda bosim markazini aniqlashda bir qulaylik bor. Chunki gidrostatik bosim kuchi bosim epyurasining og‘irlik markazidan o‘tadi. Demak, bosim markazini aniqlash uchun bosim epyurasining og‘irlik markazini aniqlash kifoya. Biz ko‘rayotgan misolda nazariy mexanika kursidan ma’lum bo‘lgan usuldan foydalanib, bosim epyurasining og‘irlik markazini aniqlaymiz. Yuqorida ko‘rilgan misolda bosim epyurasi trapetsiya shaklida edi. Trapetsiyaning og‘irlik markazini quyidagicha topamiz.

1. Masshtab bilan bosim epyurasi chiziladi (2.13-rasm).

2. BK –kesmasini olib, AL –kesmasini to‘ldiramiz. AL –kesmasini olib, BK –kesmasini to‘ldiramiz. Natijada AK’ va KA’ kesmalarini hosil qilamiz.
3. A’ va K’ nuqtalarni tutashtiramiz.
4. AL –kesmasining o‘rtasi M nuqtani, BK –kesmaning o‘rtasi N –nuqtani aniqlab, bu nuqtalarni tutashtiramiz.

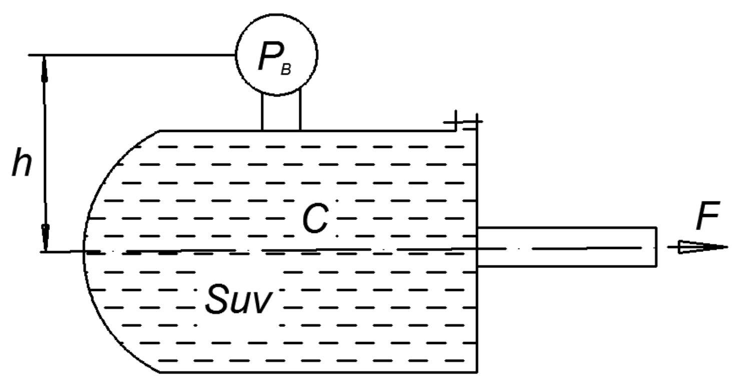


2.13-rasm.

A’K’ va MN –chiziqlarning kesishgan nuqtasi – C bosim epyurasining og‘irlik markazi bo‘ladi. Gidrostatik bosim kuchi C nuqtadan o‘tib AB tomon bilan D nuqtada kesishadi, ya’ni D nuqta bosim markazi bo‘ladi.

Masalalar:

1. Egiluvchi diafragmaning shtokiga qo‘yilgan F kuchni aniqlang, agar uning diametri D =200 mm bo‘lib, vakuumetr ko‘rsatishi P_B =0.05 MPa, balandlik h =1.0 m ga teng bo‘lsa (2.14-rasm)



2.14 - rasm

Yechimi:

1. Yuqoridagi formuladan C nuqtadagi bosim

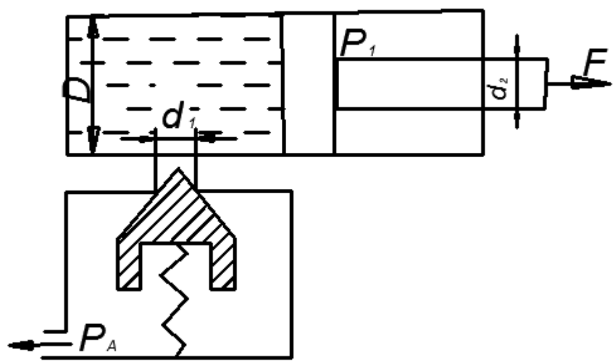
$$P_C = \rho g h - P_B = 1000\frac{kg}{m^3} * 9.81\frac{m}{s^2} * 1m - 50kPa = -40kPa$$

2. Diafragmaning shtokiga qo‘yilgan kuch

$F=P_c*\omega=40kPa*0.786D^2 = -1.26kN$

Javobi: F= - 1.26kN

2. Diametri D =80mm bo‘lgan porshenning shtokiga qo‘yilgan *F* kuchning minimum miqdorini aniqlang, agar klapanga o‘rnatilgan prujinadagi bikrlik kuchi F_0=100N bo‘lib, bosimi P_2= 0.2MPa bo‘lsa (2.15-rasm). Klapan teshigining diametri d_1 =10 mm, shtokning diametri d_2 =40 mm va gidrosilindr shtoki tomonidagi bosim P_1 =1.0MPa teng deb qaralsin.



2.15 - rasm

<u>Yechimi:</u>

1. Suyuqlik tomonidan klapanga ta’sir etayotgan kuchni aniqlaymiz:

$$P \ =F_0+P_2S_1 \ ; \quad S_1 =(\pi d_1^2)/4$$

U holda

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

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

$$P_0S_0 - P_1S_1 - F =0$$

Bu yerda: S_0 –porshenning yuzasi;

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

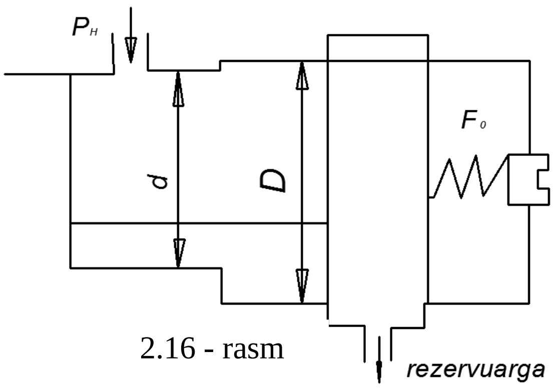
$P_0= P \ / S_0 =1470648 \ N/m^2$

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

$F= P - P_1*0.785(D^2 - d^2)=1470648*0785(0.08)^2 -1*10^6(0.08^2 -0.04^2)*0.785=$
$=3629$ m=3.63kN

Javobi: F=3.63kN

3. Differensial klapan ochilishini ta'minlaydigan prujinaning boshlang'ich siqilishini aniqlang (mm), agar nasos berayotgan bosim P_H =0.8MPa bo'lib, klapan diametrlari: D =24mm; d=18mm, prujinaning bikrligi C =6N/mm bo'lsa (2.16-rasm).



2.16 - rasm

Yechimi:

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

$$P_1 = P_H \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0.8MPa \cdot \frac{3.14 \cdot 0.018^2}{4} = 0.0002\ MN$$

2 -porshenga ta'sir etayotgan bosim kuchini aniqlaymiz:

$$P_2 = P_H \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0.8MPa \cdot \frac{3.14 \cdot 0.024^2}{4} = 0.00036\ MN$$

U holda

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

Muvozanat tenglamasidan:

$$\Delta P = F_0$$

F_0 – prujinaning bikirlik kuchi:

F_0 =cx , x=F/c =160*N*/ 6*N/mm*=26.6mm

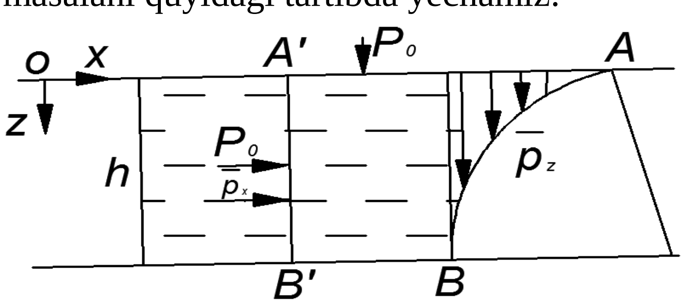
Javobi: x=26.6mm

2.6. Silindrik sirtga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchi.

Gorizontal asosga ega bo'lgan silindrik sirtga ta'sir etayotgan bosim kuchini hisoblashni misolda ko'ramiz.

Farz qilamizki, eni b- gat eng bo'lga, AB egri sirt berilgan bo'lib shu sirtga ta'sir etayotgan (2.17-rasm) bosim kuchi aniqlansin.

Bu masalani quyidagi tartibda yechamiz:



2.17 - rasm

1. Egri sirtga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini ikkita (gorizontal P_x va vertikal P_z) tashkil etuvchilarga ajratamiz.
2. Kuchning gorizontal tashkil etuvchisi - P_x ni aniqlaymiz,

a) egri sirt AB-ni vertikal tekislikka proyeksiyalaymiz, natijada AB – tekis shakl hosil bo‘ladi;

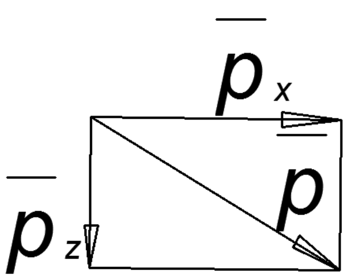
b) P_x –huddi tekis shaklga ta’sir etayotgan gidrostatik bosim kuchiday (2.12) hisoblanadi;

$$P_x = P_{o.m.} * \omega' \qquad (2.16)$$

Bu yerda: $P_{o.m.}$ – egri sirt proyeksiyasining og‘irlik markaziga quyilgan bosim;

ω' – egri sirt vertikal proyeksiyasining yuzasi.

3. Kuchning vertikal tashkil etuvchisi P_z –ni aniqlaymiz. Kuchning vertikal tashkil etuvchisi bosim tanasining og‘irligiga teng:



$$P_z = \gamma W_{b.t.} \qquad (2.17)$$

Bu yerda: $W_{b.t.}$ – bosim tanasining hajmi;

γ – suyuqlikning solishtirma og‘irligi.

4. Egri sirtga ta’sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini quyidagicha aniqlaymiz:

$$P = \sqrt{P_x^{\,2} + P_z^{\,2}} \qquad (2.18)$$

Kuchning yo‘nalishini aniqlaymiz:

$$tg\alpha = P_z / P_x ; \quad \alpha = arctg\, P_z / P_x \qquad (2.19)$$

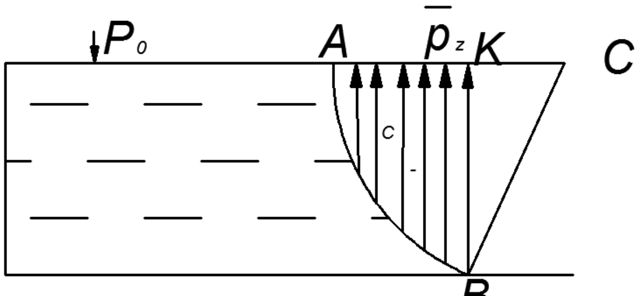
3. Silindrik yuzalarga ta’sir etayotgan GBKni qo‘yilish nuqtasini ya’ni bosim markazini analitik usul bilan aniqlashning “Gidravlika va gidroinformatika” kafedrasi hodimlari tomonidan taklif etilgan. Bunda, koordinata boshini aylana markazida deb qarab, aylana tenglamasi bilan to‘g‘ri chiziq tenglamsini birgalikda yechamiz, ya’ni:

$$\begin{cases} x^2 + z^2 = R^2 \\ z = k \cdot x \\ k = tg\alpha \end{cases} \qquad (2.20)$$

2.6.1. Bosim tanasini aniqlash.

Bosim tanasini quyidagi tartibda aniqlaymiz. Egri sirt AB-ning chekkalaridan suyuqlik erkin sathini (yoki uning davomini) kesguncha vertkal tekisliklar o‘tkazamiz (2.18-rasm). U holda egri sirt AB, vertikal tekislik – BK va suyuqlik sathi (yoki davomi) bilan chegaralangan hajmga bosim tanasi deyiladi.

Bosim tanasi agar ho‘llangan bo‘lsa, musbat ishora bilan olinadi, agar

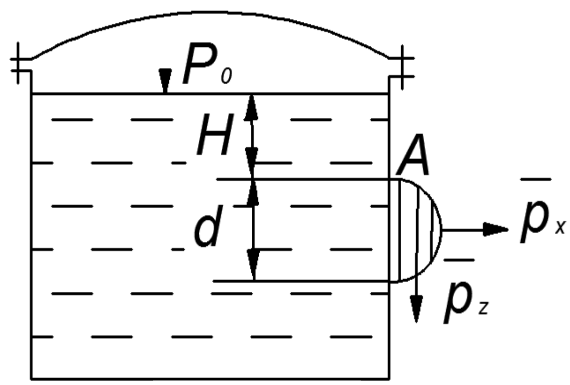


2.18 - rasm

xo‘llanmagan bo‘lsa, manfiy ishora bilan olinadi.

C- bosim tanasining og‘irlik markazi.

Shuni ham ta’kidlash kerakki, bosim markazi kuchning egri sirt bilan kesishgan nuqtasi bo‘ladi.



2.19 - rasm

2.5. Benzin rezervurining yon tomoniga o‘rnatilgan qopqog‘i yarmi sfera shaklida (2.19-rasm). Rezervuar qopqog‘iga ta’sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini hisoblash kerak, agar H=2.0 m; ∂=0.5 m; ρ=700 kg/m^3; ρ_0=102kPa bo‘lsa.

Yechimi:

1. Kuchning gorizontal tashkil etuvchisi P_x –ni aniqlaymiz:

$$P_x = P_{o.m.}\omega$$

Bu yerda:

$P_{o.m.} = P_o + \gamma(H + d/2)$;

$$\omega' = \pi d^2/4;$$

$P_x = (102*10^3 N/m^2 + 700kg/m^3*9.81m/s^2*2.25m)*(3.14*(0.5)^2 m^2/4) = 23108N$

2. Kuchning vertikal tashkil etuvchisi P_z –ni aniqlaymiz:

$$P_z = \gamma W_{b.t.}$$

$W_{b.t.} = (2\pi/3)*(d/2)^3$;

U holda

$P_z = 700kg/m^3*9.81m/s^2*(2/3)*3.14*(0.25)^3 = 226N \approx 0.23\ kN$;

3. Rezervuar qopqog‘iga ta’sir etayotgan to‘liq bosim kuchi

$$P = \sqrt{P_x{}^2 + P_z{}^2} = \sqrt{(23.1)^2 + (0.23)^2} = 23.1kN$$

Javob: P = 23.10 *kN*.

2.7. Jismlarning suyuqlikdagi muvozanati. Arximed qonuni.

Suyuqlikdagi har qanday jismga ikki kuch ta’sir qiladi:
Og‘irlik kuchi – G va Arximed kuchi –F

$$\left.\begin{aligned} G = \gamma_j W \\ F = \gamma W_0 \end{aligned}\right\} ; \qquad (2.21)$$

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:

$$G = F' \quad \text{yoki } \gamma_j W = \gamma W_0 \qquad (2.22)$$

Bu yerda: W_0 –jism siqib chiqargan suyuqlikning hajmi.
U holda (2.22) dan

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

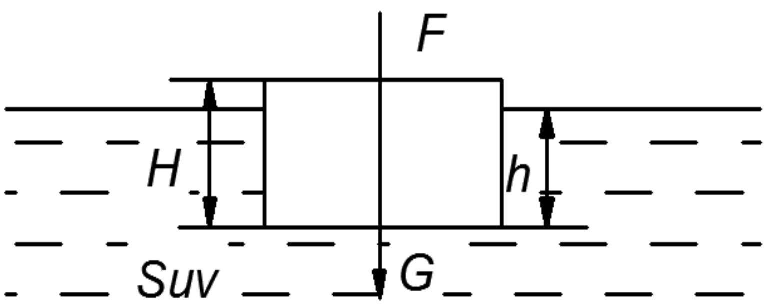
Prizmatik jismlar uchun

$$h/H = \gamma_j/\gamma \qquad (2.23)$$

bu yerda: H –jismning balandligi;
h –jismning suyuqlikda cho‘kish qismi.

Masalalar

1. Og‘irligini aniqlang, agar uning balandligi H =20 sm va suyuqlikka cho‘kkan qismi h =16 sm bo‘lsa (2.20-rasm).



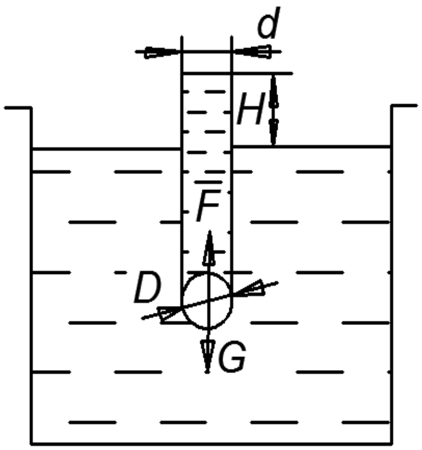
2.20- rasm

Yechimi:
(2.23) formuladan

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

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

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



2.21-rasm

2. Suvga to‘la cho‘kkan sharsimon klapan diametric d =100mm bo‘lgan quvur teshigini berkitadi. Sharning diametric D =150 mm va massasi m =0.5kg bo‘lsa, quvurdagi suyuqlik sathining qaysi balandligida (H) klapan ochila boshlandi (2.21-rasm).

<u>Yechimi:</u>

1. Klapanga ta’sir etayotgan kuchlarning muvozanat tenglamasini tuzamiz:

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

bu yerda: P –quvurdagi suyuqlik tomonidan klapanga ko‘rsatilayotgan bosim kuchi bo‘lib, (2.12) formula yordamida aniqlanadi:

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

F –Arximed kuchi bo‘lib, (2.21) formula yordamida hisoblanadi:

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

G –klapanning og‘irligi bo‘lib, quyidagicha aniqlanadi:

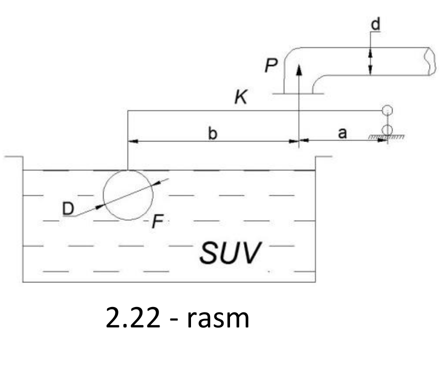
$$G = mg;$$

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

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

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

Javob: H=161 mm



2.22 - rasm

3. Quvurdagi manometrik bosim *P* miqdorining qaysi qiymatlarida *K* jumrak ochiladi, agar quvur diametric d =50mm, sharning diametric D -200 mm bo‘lib, b=6a gat eng bo‘lsa (2.22-rasm). Shar og‘irligi hisobga olinmasin.

<u>Yechimi:</u>

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

$$\sum M_{(0)} = 0 \;;$$

F(a+b)= P a=0;

Bu yerda: F -Arximed kuchi: F=γW;

P -bosim kuchi bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

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

Aniqlangan hadlarni tenglamaga qo'yib, bosim miqdorini aniqlaymiz:

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

$P=(\rho g14D^3/3a^2)=(1000kg/m^3*9.81m/s^2*14(0.2m)^3)/3*(0.05)^2 =146496\ N/m^2$

Javob: P =146.5MPa.

2.8. Gidrostatika bo‘limiga doir masalalar yechish.

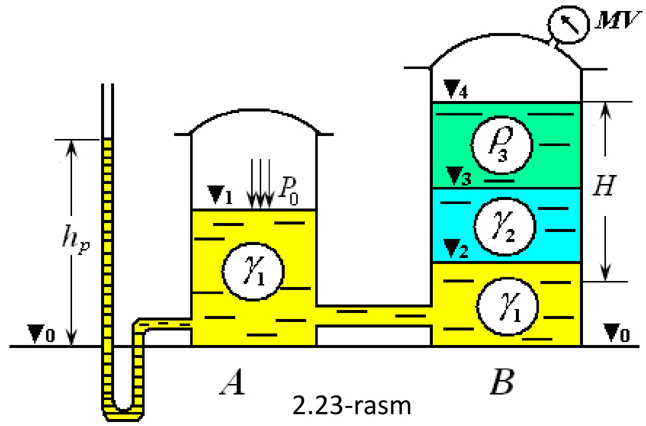
TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI
«Gidravlika va gidroinformatika» kafedrasi
1-topshiriq
(3-tur)

1-masala. A va B tutash idishlar (2.23-rasm) aralashmaydigan uch xil suyuqlik bilan to‘ldirilgan. Ulardan ikkitasining hajmiy og‘irligi – γ_1 va γ_2, uchinchisining zichiligi – ρ_3. A idishning yon devoriga ochiq pyezometr ulangan, B idish qopqog‘iga esa – prujinali manovakuumetr.

$\gamma_1 = 900 kgk/m^3$

$\gamma_2 = 8000 N/m^3$

$\rho_3 = 0.6 gr/sm^3$



2.23-rasm

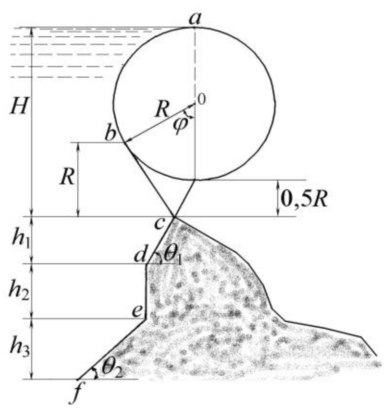
Talab qilinadi:

1. Agar idishlardagi sathlarining belgilari: $\nabla_1 = 2.4m$, $\nabla_2 = 0.8m$, $\nabla_3 = 1.3m$ ва $\nabla_4 = 3.1m$ hamda A idishdagi suyuqliknig erkin sathidagi absolyut bosim P_0= 1.1 at. Ga teng bo‘lsa, B idishdagi suyuqlikning erkin sathidagi absolyut bosimni (kgk/sm^2 va N/m^2 da), manovakuumetr ko‘rsatishini (tex.at va mm.sim.ust da) va pyezometrda suyuqlikning ko‘tarilish balandligi hp ni aniqlang.

2. B idishdagi suyuqlik erkin sathidan H = 2.5 m chuqurlikda joylashgan nuqtadagi absolyut, manometrik (vakuumetrik) va og‘irlik bosimni aniqlang (Pa va m.suv.ust. da).

2-masala. 2.24-rasmda qirrasida pastki doiraviy zatvor o‘rnatilgan beton to‘g‘onning ko‘ndalangkesimi ko‘rsatilgan:

Berilgan:
R = 2 m;
H = 2,5 R;
$\varphi = 60^0$
h1=1 m;
h2=1.1 m;
h3=1.2 m;
$\theta_1 = 30^0$;
$\theta_2 = 45^0$;



2.24-rasm

Talab qilinadi:

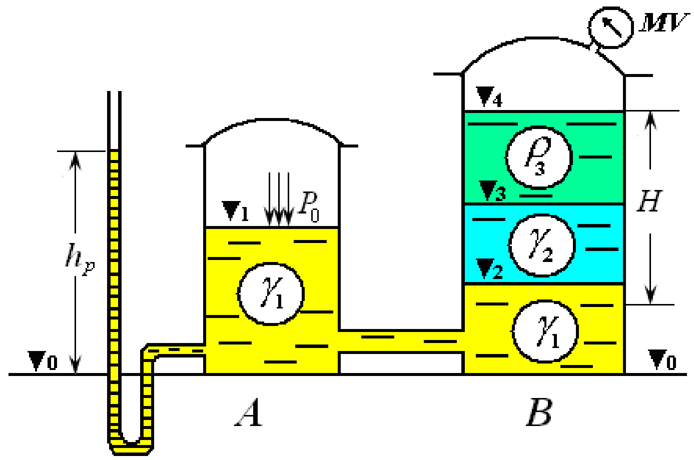
1. I pog‘. m to‘g‘on uzunligi uchun to‘g‘onning cdef yuzasiga ta’sir qilayotgan suvning og‘irlik bosim kuchining kattaligi, yo‘nalishi va qo‘yilish nuqtasini aniqlan (analitik va grafoanalitik usulda).

2. abc zatvor qoplamasi I pog‘. m uzunligiga ta’sir qilayotgan suvning og‘irlik bosimi kattaligini, yo‘nalishini va qo‘yilish nuqtasini aniqlang.

1-Masala

Berilgan:
$\gamma_1 = 900\,kgK/m^3 = 8829\,N/m^3\,, \gamma_2 = 8000\,N/m^3\,, \rho_3 = 0.6\,g/sm^3 = 600\,kg/m^3\,, \nabla_1 = 2.4m, \nabla_2 = 0.8m,\ \nabla_3 = 1.3m, \nabla_4 = 3.1m, P_0 = 1.1atm = 107910\,N/m^2\,;$

Topish kerak: B idishdagi suyuqlikning erkin sathidagi absolyut bosim (kgK/sm^3 va N/m^2 da), monovakuummetra ko‘rsatishini (tex. atm., mm.sim.us. da) va pezometrda suyuqlikning ko‘tarilish balandligi – $\mathbf{h_p}$ ni aniqlash.



Yechish tartibi

1. Masalani yechish uchun Gidrostatikaning asosiy tenglamasidan $z + \frac{p}{\gamma} = const$ kelib chiqadigan natijalardan foydalanamiz.

2. A idishning tubidan A nuqtani belgilab olamiz va shu nuqtadagi absolyut bosimni

$$P_{abs} = P_0 + \gamma h$$

bu yerda: P_0- suyuqlikni sathidagi bosim
γ -suyuqlikning solishtirma og‘irligi
h- qaralayotgan nuqta chuqurligi
$P_A = P_{at} + \gamma \nabla_1 = 107910\frac{N}{m^2} + 8829\frac{N}{m^3} * 2{,}4m = 129099{,}6\frac{N}{m^2}$

3. B idish tubidagi B nuqtani belgilab olamiz, teng bosimli sirtlarga asosan $P_A = P_B$

4. B nuqtadagi absolyut bosmni B idish tarafdan aniqlash tenglamasini yozib, bundan idish erkin sathidagi absolyut bosimni aniqlaymiz.

$$P_B = P_0 + \rho_3 g(\nabla_4 - \nabla_3) + \gamma_2(\nabla_3 - \nabla_2) + \gamma_1 \nabla_2 \Rightarrow$$
$$P_0 = P_B - (\rho_3 g(\nabla_4 - \nabla_3) + \gamma_2(\nabla_3 - \nabla_2) + \gamma_1 \nabla_2) =$$
$$= 129099{,}6\frac{N}{m^2} - \left(600\frac{kg}{m^3} * 9{,}81\frac{m}{sek^2}(3{,}1m - 1{,}3m) + 8000\frac{N}{m^3} * (1{,}3m - 0{,}8m) + 8829\frac{N}{m^3} * 0{,}8m\right) =$$
$$= 107441{,}6\frac{N}{m^2}$$

5. Idish erkin sathidagi absolyut bosimni shartga ko‘ra **kgk/sm^2** o‘lchov birligida ham aniqlaymiz.

$98100\frac{N}{m^2} = 1\frac{kgk}{sm^2}$ ekanligidan $107441{,}6\frac{N}{m^2} = 1{,}095\frac{kgk}{sm^2}$

6. Idish erkin sathidagi absolyut bosim atmosfera bosimidan katta bo‘lganligi uchun, manometrik bosimni quyidagicha aniqlaymiz.

$$P_M = P_{abs} - P_{at} = 107441{,}6\frac{N}{m^2} - 98100\frac{N}{m^2} = 9241{,}6\frac{N}{m^2}$$

7. Aniqlangan manometrik bosimni shartga ko‘ra **tex.at** va **mm.sim.ust.** o‘lchov birliklariga o‘tkazamiz.

$98100\frac{N}{m^2} = 1\ tex.at = 735\ mm.sim.ust$ ekanligidan $9341{,}6\frac{N}{m^2} = 0{,}095\ tex.at = 69{,}825\ mm.sim.ust$

8. A idishga ulangan pyezometrda suyuqlikning ko‘tarilish balandligi h_p ni aniqlaymiz buning uchun pyezometrdan C nuqtani belgilab olamiz, teng bosimli sirtlarga asosan $P_A=P_C$

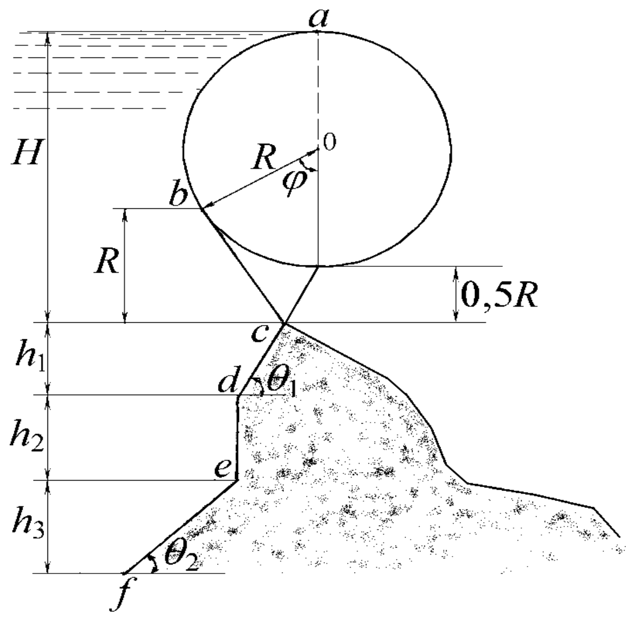
C nuqtadagi absolyut bosimni pyezometr tarafdan tenglamasini yozib, undan h_p ni aniqlaymiz

$$P_C = P_{at} + \gamma_1 h_p \Rightarrow h_p = \frac{P_c - P_{at}}{\gamma_1} = \frac{129099{,}6\frac{N}{m^2} - 98100\frac{N}{m^2}}{8829\frac{N}{m^3}} = 3{,}51\ m$$

2 – Masala

Berilgan: $R = 2m,\ H = 5m,\ \varphi = 60^\circ, h_1 = 1m, h_2 = 1.1m, h_3 = 1.2m, \theta_1 = 30^\circ, \theta_2 = 45^\circ$

Topish kerak: 1) 1 pog. m. to‘g‘on uzunligi uchun to‘g‘onning c-d-e-f yuzasiga ta’sir qilayotgan suvning og‘irlik bosimi kuchining kattaligini, yo‘nalishini va qo‘yilish nuqtasini aniqlash (analitik va grafoanalitik usulda). **2)** a-b-c zatvor qoplamasi 1 pog. m. uzunligiga ta’sir qilayotgan suvning og‘irlik bosimi kuchini kattaligi va yo‘nalishini aniqlash.



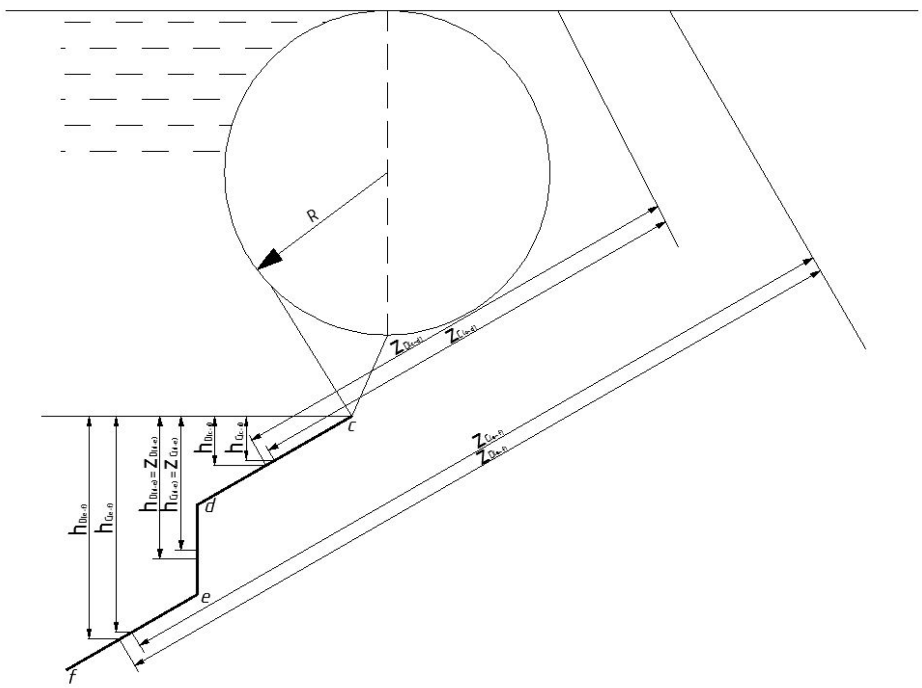
Yechish tartibi

Analitik usul

G.B.K analitik usulida aniqlanganda, uning qiymati tekis sirtning og‘irlik markazidagi bosimni shu sirtning yuzasiga ko‘paytmasiga teng. Ya’ni,

$$\mathcal{P} = P_{og'} \cdot \omega$$

Bu yerda: $P_{og'}$ - sirtning og‘irlik markazidagi bosim; ω – sirtning yuzasi.



1. $\mathrm{c-d}$ devorga ta’sir qilayotgan G.B.Kni quyidagiga teng;

$$\mathcal{P}_{\mathrm{c-d}} = P_{og'(\mathrm{c-d})} \cdot \omega_{\mathrm{c-d}}$$

1.1. $\mathrm{c-d}$ devorga ta’sir qilayotgan og‘irlik markazidagi bosimni hisoblaymiz.

$$P_{og'(\mathrm{c-d})} = \gamma \cdot h_{c(\mathrm{c-d})} = \gamma \cdot \left(H + \frac{h_1}{2}\right) = 1\,TK/m^3 \cdot \left(5.0m + \frac{1.0m}{2}\right) = 5.5\,TK/m^2$$

1.2. $\mathrm{c-d}$ devorning uzunligi $l_{\mathrm{c-d}}$ ni hisoblaymiz;

$$l_{\mathrm{c-d}} = \frac{h_1}{\sin \Theta} = \frac{1.0m}{\sin 30^\circ} = 2.20m$$

1.3. $\mathrm{c-d}$ devorning yuzasini hisoblaymiz.

$$\omega_{\mathrm{c-d}} = l_{\mathrm{c-d}} \cdot b = 2.20m \cdot 1m = 2.20m^2$$

1.4. c − d devorga ta’sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{c-d} = 5.5\,TK/m^2 \cdot 2.20m^2 = 12.11TK$$

1.5. c − d devorga ta’sir qilayotgan G.B.K.ni qo‘yilish nuqtasini ya’ni bosim markazini hisoblaymiz.

$$z_{d(c-d)} = z_{c(c-d)} + \frac{\mathcal{I}}{z_{c(c-d)} \cdot \omega_{c-d}} = \frac{\left(H + \frac{h_1}{2}\right)}{\sin\theta} + \frac{\frac{b \cdot l_{c-d}{}^3}{12}}{\frac{\left(H + \frac{h_1}{2}\right)}{\sin\theta} \cdot \omega_{c-d}} = \frac{5.5m}{0.5} + \frac{\frac{1m \cdot (2.20m)^3}{12}}{\frac{5.5m}{0.5} \cdot 2.20m}$$
$$= 11m + 0.04 = 11.04m$$

Bu yerda: z_c – og‘irlik markazi: $z_{c(c-d)} = \frac{h_{c(c-d)}}{sin\theta}$;

$\mathcal{I}$ - yuzaning o‘qqa nisbatan inersiya momenti. Devor to‘g‘ri to‘rtburchak shaklida bo‘lganligi uchun $\mathcal{I} = \frac{b \cdot l_{(c-d)}{}^3}{12}$

2. d − e devorga ta’sir qilayotgan G.B.Kni quyidagiga teng;

$$\mathcal{P}_{d-e} = P_{og'(d-e)} \cdot \omega_{d-e}$$

2.1. d − e devorga ta’sir qilayotgan og‘irlik markazidagi bosimni hisoblaymiz.

$$P_{og'(d-e)} = \gamma \cdot h_{c(d-e)} = \gamma \cdot \left(H + h_1 + \frac{h_2}{2}\right) = 1\,TK/m^3 \cdot \left(5.0m + 1.0m + \frac{1.1m}{2}\right)$$
$$= 6.55\,TK/m^2$$

2.2. d − e devorning yuzasini hisoblaymiz.

$$\omega_{d-e} = h_2 \cdot b = 1.1m \cdot 1m = 1.1m^2$$

2.3. d − e devorga ta’sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{d-e} = 6.55\,TK/m^2 \cdot 1.1m^2 = 7.205TK$$

2.4. d − e devorga ta’sir qilayotgan G.B.K.ni qo‘yilish nuqtasini ya’ni bosim markazini hisoblaymiz.

$$z_{d(d-e)} = z_{c(d-e)} + \frac{\mathcal{I}}{z_{c(d-e)} \cdot \omega_{d-e}} = \frac{\left(H + h_1 + \frac{h_2}{2}\right)}{\sin\theta} + \frac{\frac{b \cdot (h_2)^3}{12}}{\frac{\left(H + h_1 + \frac{h_2}{2}\right)}{\sin\theta} \cdot \omega_{d-e}} = \frac{6.55m}{0.5} + \frac{\frac{1m \cdot (1.1m)^3}{12}}{\frac{6.55m}{0.5} \cdot 1.1m^2} =$$
$$13.1m + 0.01 = 13.11m$$

Bu yerda: $z_{c(\mathrm{d-e})}$ – og‘irlik markazi: $z_{c(\mathrm{d-e})} = \frac{h_{c(\mathrm{d-e})}}{sin\theta}$;

$\mathcal{J}$ - yuzaning o‘qqa nisbatan inersiya momenti. Devor to‘g‘ri to‘rtburchak shaklida bo‘lganligi uchun $\mathcal{J} = \frac{b \cdot l_{(\mathrm{d-e})}^{3}}{12}$

3. $\mathrm{e-f}$ devorga ta’sir qilayotgan G.B.Kni quyidagiga teng;

$$\mathcal{P}_{\mathrm{e-f}} = P_{og'(\mathrm{e-f})} \cdot \omega_{\mathrm{e-f}}$$

3.1. $\mathrm{e-f}$ devorga ta’sir qilayotgan og‘irlik markazidagi bosimni hisoblaymiz.

$$P_{og'(\mathrm{e-f})} = \gamma \cdot h_{c(e-f)} = \gamma \cdot \left(H + h_1 + h_2 + \frac{h_3}{2}\right) = 1\,TK/m^3 \cdot \left(5.0m + 1.0m + 1.1m + \frac{1.2m}{2}\right) = 7.7\,TK/m^2$$

3.2. $\mathrm{e-f}$ devorning uzunligi $l_{\mathrm{e-f}}$ ni hisoblaymiz;

$$l_{\mathrm{e-f}} = \frac{h_3}{\sin\Theta} = \frac{1.2m}{\sin 45^\circ} = 1.85m$$

3.3. $\mathrm{e-f}$ devorning yuzasini hisoblaymiz.

$$\omega_{\mathrm{e-f}} = l_{\mathrm{e-f}} \cdot b = 1.85m \cdot 1m = 1.85m^2$$

3.4. $\mathrm{e-f}$ devorga ta’sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{\mathrm{e-f}} = 7.7\,TK/m^2 \cdot 1.85m^2 = 14.23TK$$

3.5. $\mathrm{e-f}$ devorga ta’sir qilayotgan G.B.K.ni qo‘yilish nuqtasini ya’ni bosim markazini hisoblaymiz.

$$z_{d(\mathrm{e-f})} = z_{c(\mathrm{e-f})} + \frac{\mathcal{J}}{z_{c(\mathrm{e-f})} \cdot \omega_{\mathrm{e-f}}} = \frac{\left(H+h_1+h_2+\frac{h_3}{2}\right)}{\sin\theta} + \frac{\frac{b \cdot l_{\mathrm{e-f}}^{3}}{12}}{\frac{\left(H+h_1+h_2+\frac{h_3}{2}\right)}{\sin\theta} \cdot \omega_{\mathrm{e-f}}} = \frac{7.7m}{0.5} + \frac{\frac{1m \cdot (1.85m)^3}{12}}{\frac{7.7m}{0.5} \cdot 1.85m} = 15.4m + 0.02 = 15.42m$$

Bu yerda: $z_{c(\mathrm{e-f})}$ – og‘irlik markazi: $z_c = \frac{h_{c(\mathrm{e-f})}}{sin\theta}$;

$\mathcal{J}$ - yuzaning o‘qqa nisbatan inersiya momenti. Devor to‘g‘ri to‘rtburchak shaklida bo‘lganligi uchun $\mathcal{J} = \frac{b \cdot l_{(\mathrm{e-f})}^{3}}{12}$

Grafoanalitik usul

G.B.K.ni grafoanalitik usulda aniqlash uchun bosim epyurasi quriladi. Bunda, G.B.K. bosim epyurasining xajmiga teng bo‘ladi. Ya’ni,

$$\mathcal{P} = W_{\text{Б.Э.}}$$

5. $\mathrm{c-d}$ devorga ta’sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

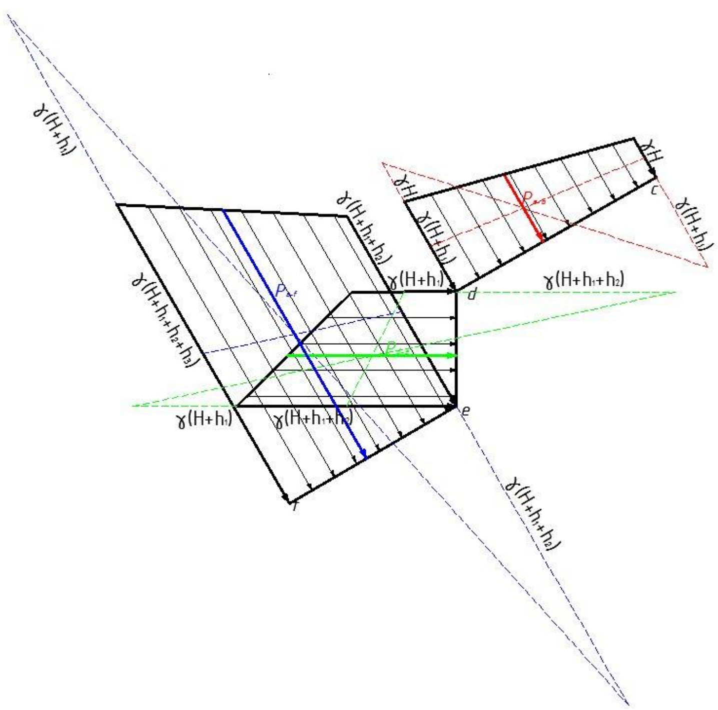
$$\mathcal{P}_{\mathrm{c-d}} = W_{\text{Б.Э.}(\mathrm{c-d})} = \frac{\gamma \cdot H + \gamma \cdot (H+h_1)}{2} \cdot l_{\mathrm{c-d}} \cdot b = \frac{1TK/m^3 \cdot 5.0m + 1TK/m^3 \cdot 6.0m}{2} \cdot 2.2m \cdot 1m = 12.11TK$$

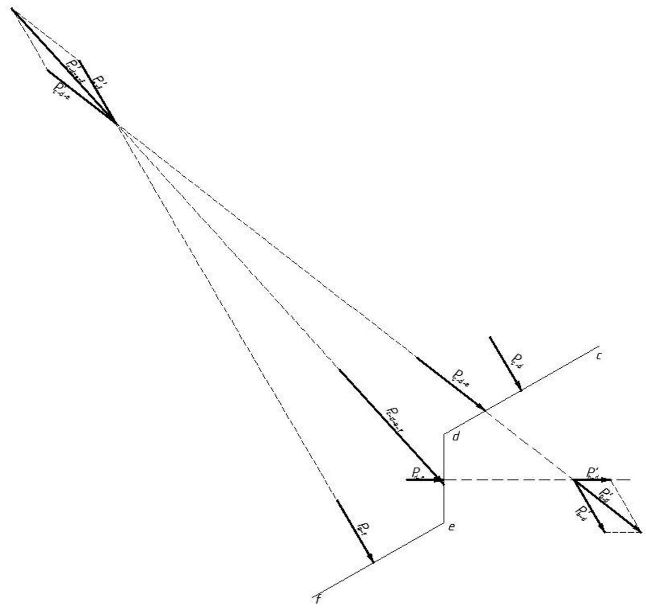
6. $\mathrm{d-e}$ devorga ta’sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{\mathrm{d-e}} = W_{\text{Б.Э.}(\mathrm{d-e})} = \frac{\gamma \cdot (H+h_1) + \gamma \cdot (H+h_1+h_2)}{2} \cdot h_2 \cdot b = \frac{1TK/m^3 \cdot 6m + 1TK/m^3 \cdot 7.1m}{2} \cdot 1.1 \cdot 1m = 7.205TK$$

7. $\mathrm{e-f}$ devorga ta’sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{\mathrm{e-f}} = W_{\text{Б.Э.}(\mathrm{e-f})} = \frac{\gamma \cdot (H+h_1+h_2) + \gamma \cdot (H+h_1+h_2+h_3)}{2} \cdot l_{\mathrm{e-f}} \cdot b = \frac{1TK/m^3 \cdot 7.1m + 1TK/m^3 \cdot 8.3m}{2} \cdot 1.85m \cdot 1m = 14.23TK$$





Egri sirtga ta'sir etayotgan G.B.K.

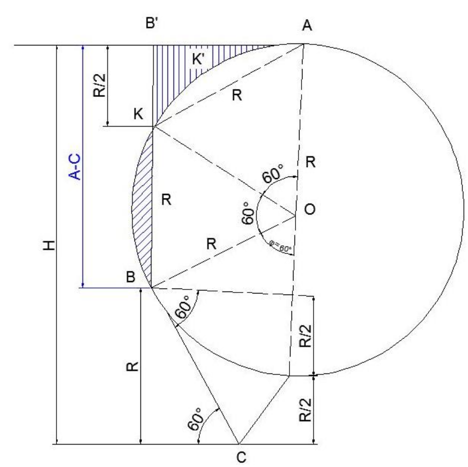
Egri sirtga ta'sir etuvchi G.B.K.ni aniqlash uchun, uni gorizontal tashkil etuvchisi $\mathcal{P}_x$ va vertikal tashkil etuvchisi $\mathcal{P}_z$ ajratamiz va ularni parallelogram qoidasi asosida qo'shamiz. Ya'ni,

$$\mathcal{P} = \sqrt{\mathcal{P}_x^2 + \mathcal{P}_z^2}$$

1. Gorizontal tashkil etuvchisi $\mathcal{P}_x$ni aniqlash uchun egri sirtni ixtiyoriy vertikal tekislikka proeksiyalaymiz. $\mathcal{P}_z$ kuchi tekis sirtga ta'sir qilganday aniqlanadi.

$$\mathcal{P}_x = W_{\text{Б.Э.}} = \frac{(H-R)\cdot\gamma\cdot(H-R)}{2}\cdot b = \frac{3.0m\cdot 1TK/m^3\cdot 3.0m}{2}\cdot 1m = 4.5TK$$

2. Vertikal tashkil etuvchisi $\mathcal{P}_z$ni aniqlaymiz. Bu kuchni aniqlash uchun bosim tanasini quramiz. Egri sirtning chetki nuqtalaridan suvning sathiga yoki uning davomigacha perpendikulyar chiqaramiz. Bunda, egri sirt, suvning sathi yoki davomigacha hamda chiziq bilan chegaralangan soha **bosim tanasi** deyiladi va $\mathcal{P}_z$ kuchi bosim tanasidagi suyuqlikning og'irligiga teng.



$$\mathcal{P}_z = W_{\text{Б.Т.}}\cdot\gamma$$

3. Bosim tanasini hisoblaymiz.

$$BK = R = 2.0m$$

$$KB' = H - 2R = 5.0m - 2\cdot 2.0m = 1.0m$$

$AB' = Rsin\varphi = 2.0m \cdot sin60° = 1.62m$

$KB' = \frac{R}{2} = \frac{2.0m}{2} = 1.0m$

$S_{KBK} = \frac{R^2}{2}\left(\frac{\pi\varphi}{180} - sin\varphi\right) = \frac{(2.0m)^2}{2}\left(\frac{3.14 \cdot 60°}{180°} - sin60°\right) = 0.48m^2$

$S_{OKB'A} = \frac{KB' + R}{2} \cdot AB' = \frac{1.0m + 2.0m}{2} \cdot 1.62 = 2.43m^2$

$S_{OKK'A} = \frac{\pi R^2}{360} \cdot \varphi = \frac{3.14 \cdot (2.0m)^2}{360°} \cdot 60° = 2.09m^2$

$S_{\text{Б.Т.}} = S_{OKB'A} - S_{OKK'A} + S_{KBK} = 2.43m^2 - 2.09m^2 + 0.48m^2 = 0.82m^2$

4. G.B.K.ni vertikal tashkil etuvchisini hisoblaymiz.

$\mathcal{P}_z = W_{\text{Б.Т.}} \cdot \gamma = S_{\text{Б.Т.}} \cdot b \cdot \gamma = 0.82m^2 \cdot 1m \cdot 1\,TK/m^3 = 0.82TK$

5. Kuchlarni teng ta'sir etuvchisini aniqlaymiz.

$\mathcal{P} = \sqrt{\mathcal{P}_x^2 + \mathcal{P}_z^2} = \sqrt{4.5^2 + 0.82^2} = 4.57TK$

6. Kuchning yo'nalishini aniqlaymiz.

$tan\,\alpha = \frac{\mathcal{P}_z}{\mathcal{P}_x} = \frac{0.82TK}{4.5TK} = 0.18 \Rightarrow \alpha = arctan\frac{\mathcal{P}_z}{\mathcal{P}_x} = 11°$

7. Kuchning qo'yilish nuqtasini aniqlaymiz.

$$\begin{cases} z = kx \\ x^2 + z^2 = R^2 \\ k = tan\alpha \end{cases} \Rightarrow x^2 + k^2 \cdot x^2 = R^2$$

$x^2 + tan\alpha \cdot x^2 = R^2 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{R^2}{tan\alpha}} = \sqrt{\frac{(2m)^2}{0.18}} = 4.71m$

$z = tan\alpha \cdot x = 0.18 \cdot 4.71m = 0.85m$

3. GIDRODINAMIKA ASOSLARI.

Gidravlikaning suyuqliklar harakat qonunlarini o‘rganib, ularning texnikaga tadbiqi bilan shug‘ullanuvchi bo‘limi gidrodinamika deyiladi.

Harakat turlari. Harakat vaqtida suyuqlik oqayotgan fazoning har bir nuqtasida tezlik va bosim vaqt o‘tishi bilan o‘zgarib tursa, bunday harakat beqaror harakat deyiladi.

$$p = f(x, y, z, t)$$
$$u = f(x, y, z, t) \qquad (3.1)$$

Agar suyuqlik oqayotgan fazoning har bir nuqtasida tezlik va bosim vaqt bo‘yicha o‘zgarmay faqat koordinatalarga bog‘liq, ya'ni

$$p = f(x, y, z)$$
$$u = f(x, y, z) \qquad (3.2)$$

bo‘lsa, u holda harakat barqaror deyiladi

Suyuqlik zarrachasi harakat yo‘nalishi bo‘yicha vaqt o‘tishi bilan harakat fazosining bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga o‘tganda tezligi o‘zgarib borsa, harakat notekis harakat bo‘ladi.

Suyuqlik zarrachasi harakat yo‘nalishi bo‘yicha vaqt o‘tishi bilan harakat fazosining bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga o‘tganda tezligini o‘zgartirmasa, bunday harakat tekis harakat deyiladi.

Suyuqlik oqimiga bosimning ta'siriga qarab bosimli va bosimsiz harakatlar bo‘ladi.

Bosim va og‘irlik ta'sirida bo‘ladigan harakatlar bosimli harakat deb ataladi. Bosimli harakat vaqtida suyuqlik har tomondan devorlar bilan o‘ralgan bo‘lib, erkin sirt bo‘lmaydi

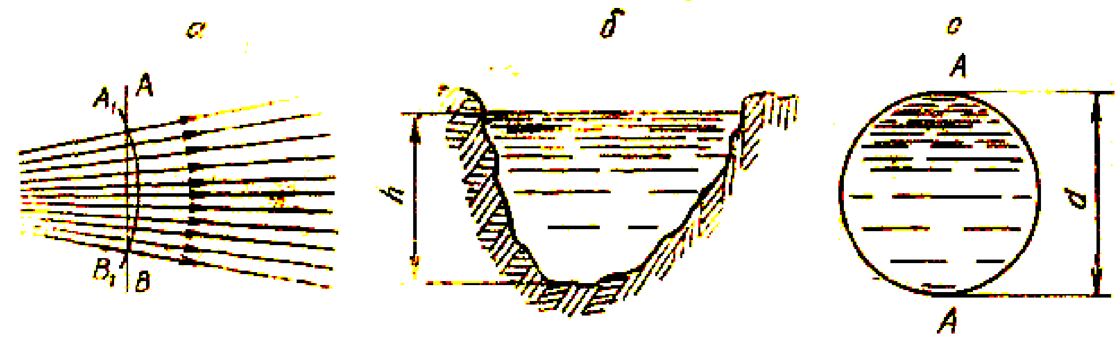
Bosimsiz harakat vaqtida suyuqlik faqat og‘irlik kuchi ta'sirida harakat qilib erkin sirtga ega bo‘ladi.

3.1. Oqimning asosiy gidravlik elementlari.

Suyuqlik oqimini tekshirishda oqish qonunlarini matematik ifodalash uchun uni gidravlik va geometrik nuqtai nazardan harakterlovchi:1) harakat kesimi; 2) suyuqlik sarfi; 3) o‘rtacha tezlik; 4) ho‘llangan perimetr; 5) gidravlik radius kabi tushunchalar kiritiladi.

Harakat kesimi deb shunday sirtga aytiladiki, uning har bir nuqtasida oqim chizig‘i normal bo‘yicha yo‘nalgan bo‘ladi. Umumiy holda harakat kesimi egri sirt bo‘lib (3.1- rasm a), parallel oqimchali harakatlar uchun tekislikning bo‘lagidan iborat (ya'ni tekis sirtdir) (3.1-rasm, b, s).

Oqim harakat kesimining yuzi ω *harfi bilan belgilanadi*.



3.1-rasm. Harakat kesimiga oid chizma.

Vaqt birligida oqimning berilgan harakat kesimi orqali oqib o‘tayotgan suyuqlik miqdori suyuqlik sarfi deb ataladi. Sarf Q harfi bilan belgilanadi va l/s, m^3/s, sm^3/s larda o‘lchanadi. Oqim cheksiz ko‘p elementar oqimchalardan tashkil topgani ushun elementar sarflarning yig‘indisi, ya'ni butun oqimning sarfi integral ko‘rinishda ifodalanadi:

$$Q = \int_{\omega} u \cdot d\omega, \tag{3.3}$$

bu yerda ω –harakat kesimi; $d\omega$ –harakat kesimining elementar oqimchaga tegishli bo‘lagi.

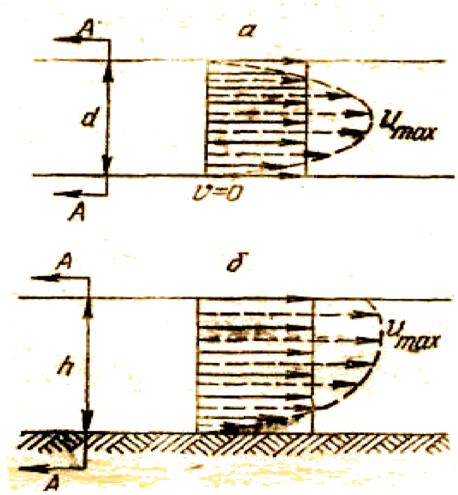
Suyuqlik zarrachalarining hammasi bir xil tezlik bilan harakatlanganda bo‘ladigan sarf, haqiqiy harakat vaqtidagi sarfga teng bo‘ladigan tezlik o‘rtacha tezlik deb ataladi

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

$$\upsilon = \frac{Q}{\omega} = \frac{\int_{\omega} u d\omega}{\omega}. \tag{3.4}$$

Bunda suyuqlik sarfi o‘rtacha tezlik orqali quyidagicha ifodalaniladi:

$$Q = \upsilon\omega. \tag{3.5}$$



3.2-rasm. Suyuqlik sarfi va oʻrtacha tezlikka doir chizma.

Oqim koʻndalang kesimini (erkin sirtni hisobga olmaganda) uni chegaralovchi devorlar bilan tutashtiruvchi chiziq perimetri hoʻllangan perimetr deb ataladi.

Hoʻllangan perimetr χ harfi bilan belgilanadi.

Turli shakldagi nov (kanal) lar va trubalar uchun hoʻllangan perimetr quyidagicha hisoblanadi:

toʻgʻri toʻrtburchak nov uchun (3.3-rasm, a):

$$\chi = 2h + b,$$

bu yerda h –suyuqlik chuqurligi; b - nov (kanal)ning kengligi;
trapetsidal nov uchun (3.3-rasm, b).

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

bu yerda m = ctgα –qiyalik koeffitsienti;

uchburchak novlar uchun (3.3-rasm, v):

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

silindrik trubalar uchun (3.3-rasm, g) suyuqlik toʻlib oqqanda

$$\chi = \pi d = 2\pi r;$$

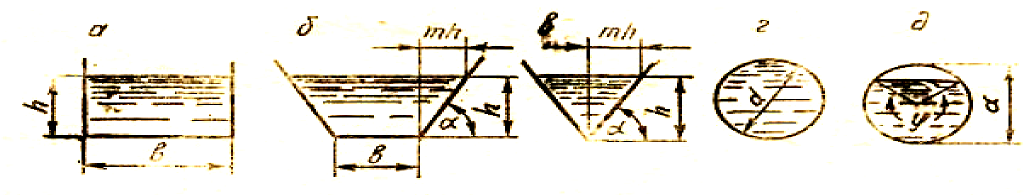
suyuqlik toʻlmay oqqanda (3.3-rasm, d)

$$\chi = \frac{\varphi \pi d}{360},$$

bu yerda φ –markaziy burchak; d -trubaning ichki diametri; r -trubaning ichki radiusi.

Oqim harakat kesimi ω ning ho‘llangan perimetri χ ga nisbati gidravlik radiusi deb ataladi va R bilan belgilanadi, ya'ni:

$$R = \frac{\omega}{\chi} \tag{3.6}$$



3.3- rasm. Ho‘llangan perimetrga doir chizma.

To‘g‘ri to‘rtburchak novlar uchun:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{hb}{2h+b};$$

Trapetsidal novlar uchun

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{h^{\cdot}(mh+b)}{b+2h\sqrt{1+m^2}}.$$

Uchburchak novlar uchun

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{mh^2}{2h\sqrt{1+m^2}} = \frac{mh}{2\sqrt{1+m^2}}.$$

Silindrik trubalar uchun:

suyuqlik to‘lib oqqanda

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{\pi d^2}{4} : \pi d = \frac{r}{2},$$

suyuqlik to‘lmay oqqanda

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{\frac{d^2}{8}\left(\frac{\varphi\pi}{180} - \sin\varphi\right)}{\frac{\varphi\pi d}{360}} = \frac{d}{4}\left(1 - \frac{180\sin\gamma}{\varphi\pi}\right).$$

3.2. Suyuqlikning barqaror harakati uchun uzilmaslik tenglamasi.

Oqimda harakat o‘qi l - l bo‘lgan elementar oqimcha olamiz va uning 1 - 1 va 2 - 2 kesimlari orasidagi bo‘lagini tekshiramiz.

Oqim uchun uzilmaslik tenglamasini chiqaramiz.

Kesimlardagi sarflar:

$$v_1 S_1 = v_2 S_2 \tag{3.7}$$

Tanlab olingan 1–1 va 2–2 kesimlar ihtiyoriy bo‘lgani uchun

$$v_1 S_1 = v_2 S_2 = v_3 S_3 = \ldots = v_n S_n = const \tag{3.8}$$

Bu oqim uchun uzilmaslik tenglamasidir. Undan ko‘rinadiki oqimning kesimlaridagi o‘rtacha tezliklar tegishli kesimlarning yuzalariga teskari proporsionaldir:

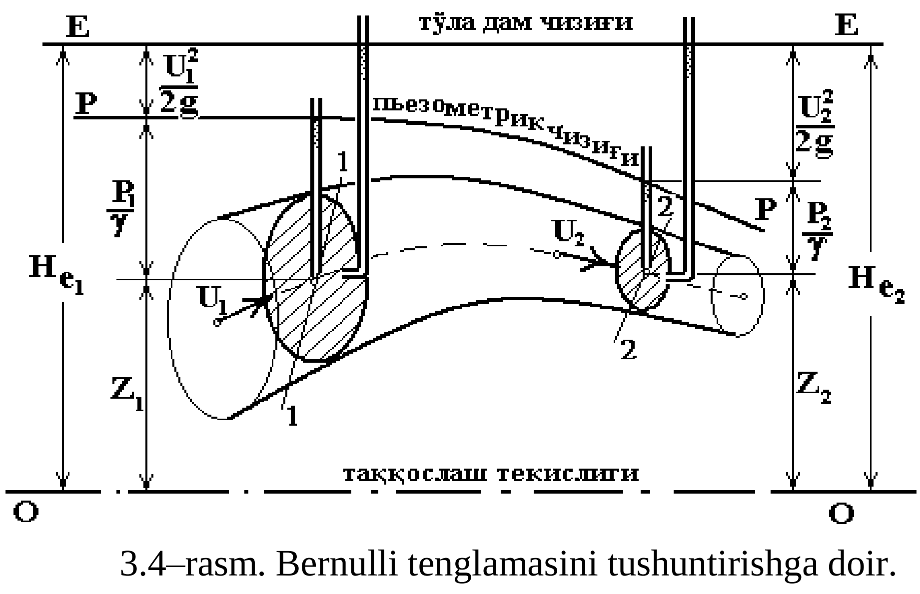
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1}$$

3.3. Ideal suyuqlikning elementar oqim naychasi uchun Bernulli tenglamasi.

Ideal suyuqlikda suyuqlikning asosiy xususiyatlaridan biri yopishqoqlik inobatga olinmaydi va quyidagicha yoziladi:

$$z + \frac{P}{\gamma} + \frac{u^2}{g} = const \tag{3.9}$$

Bu esa energiyaning saqlanish qonunini ifodalaydi (3.4–rasm).



3.4–rasm. Bernulli tenglamasini tushuntirishga doir.

Bu yerda: Z – taqqoslash tekisligidan (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 pyezometrik (P-P) chiziqqacha bo‘lgan masofa – solishtirma bosim (potensial) energiyasi***;***

$\frac{u^2}{g}$ – tegishli kesimning vertikal bo‘yicha pyezometrik (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:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g}, \qquad (3.10)$$

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

3.4. **Suyuqlikning harakat rejimlar.**

Suyuqlik oqim paytida yo‘qotilgan napor (energiya) shu oqim qanday tartibda harakatlanishiga bog‘liq.

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

Suyuqlik harakat rejimlari haqida Xagen, D. Mendeleevning ilmiy ishlari mavjud. Faqat bu hodisa mohiyatini O.Reynolds (1883) maxsus tajribalar o‘tkazib aniq ko‘rsatib berdi (3.5 –rasm).

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‘lchovsiz son - Reynolds mezoni orqali ifodalash mumkinligini ko‘rsatadi.

Reynolds mezoni silindrik quvurlar uchun quyidagicha aniqlanadi:

$$\mathrm{Re} = \frac{\vartheta d}{\nu}, \tag{3.11}$$

yoki notsilindrik quvurlar uchun:

$$\mathrm{Re} = \frac{\vartheta \cdot 4R}{\nu}, \tag{3.12}$$

bu yerda: ϑ -o‘rtacha tezlik; d –quvur diametri; R –gidravlik radius; ν - yopishqoqlikning kinematik koeffitsienti (3.1-jadval).

$$R = \frac{\omega}{\chi}; \tag{3.13}$$

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

3.1-jadval

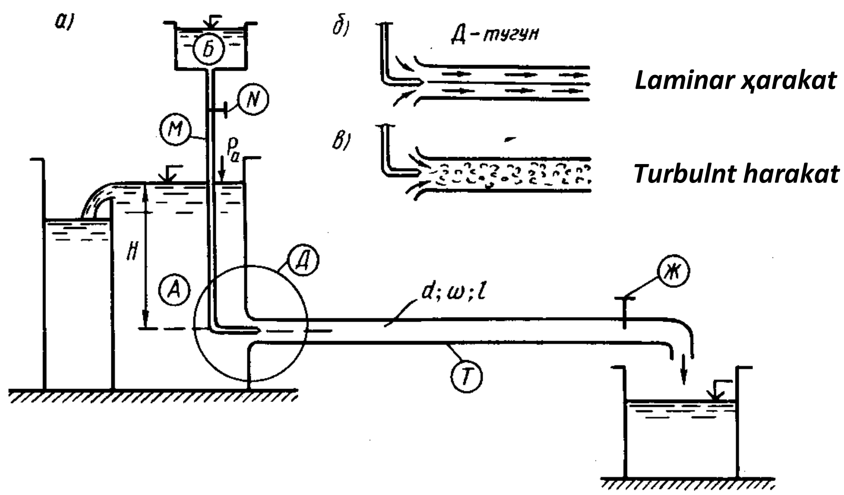
t^0C	ν , sm^2/s	t^0C	ν , sm^2/s	t^0C	ν , sm^2/s
0	0,0178	11	0,0127	24	0,009
1	0,0173	12	0,0124	26	0,0088
2	0,0167	13	0,0121	28	0,0084
3	0,0162	14	0,0117	30	0,0080
4	0,0156	15	0,0114	35	0,0073
5	0,0147	16	0,0112	40	0,0066
6	0,0142	17	0,0109	45	0,0060
7	0,0139	18	0,0106	50	0,0056

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 sonining 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.



3.5-rasm. Reynolds qurilmasining sxemasi.

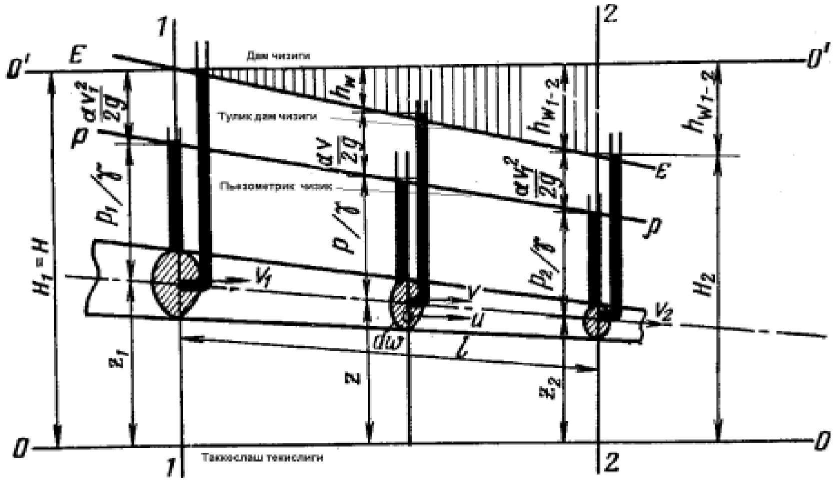
Aylana shaklidagi damli quvurlar uchun kritik Reynolds soni $Re_{kr}=2000\div3000$ va damsiz oqimlar harakati uchun $Re_{kr}=300\div580$ gacha qabul qilingan.

3.5. Real suyuqlikning oqimi uchun Bernulli tenglamasi.

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 $He_1=He_2$, real suyuqlik uchun $He_1>He_2$, bo'ladi.



3.6 -rasm. Bernulli tenglamasini tushuntirishga doir.

U holda He_1 va He_2 orasidagi farq $h_{1-2}=He_2-He_1$ – 1-1 va 2-2 kesimlar orasidagi yo‘qolgan solishtirma energiyani (damni) ifodalaydi, ya'ni qarshilik kuchini engish uchun sarflangan dam miqdori (3.6- rasm).

$$h_{1-2}=\left(z_1+\frac{p_1}{\gamma}+\frac{\alpha_1\vartheta_1^2}{2g}\right)-\left(z_2+\frac{p_2}{\gamma}+\frac{\alpha_2\vartheta_2^2}{2g}\right) \tag{3.14}$$

bu yerdan

$$z_1+\frac{p_1}{\gamma}+\frac{\alpha_1\vartheta_1^2}{2g}=z_2+\frac{p_2}{\gamma}+\frac{\alpha_2\vartheta_2^2}{2g}+h_{1-2} \tag{3.15}$$

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

Oqim uchun Bernulli tenglamasi quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$z_1+\frac{p_1}{\gamma}+\frac{\alpha_1\vartheta_1^2}{2g}=z_2+\frac{p_2}{\gamma}+\frac{\alpha_2\vartheta_2^2}{2g}+h_f \tag{3.16}$$

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

BERNULLI TENGLAMASIDAGI HADLARNING GEOMETRIK VA ENERGETIK MA'NOLARI

3.2-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	pezometrik balandlik	tegishli kesimdagi solishtirma bosim energiyasi
$\left(Z_1 + \frac{P_1}{\gamma}\right), \left(Z_2 + \frac{P_2}{\gamma}\right)$	m	pzometrik dam	tegishli kesimdagi solishtirma potensial energiya
$\frac{\alpha_1 \vartheta_1^2}{2g}, \frac{\alpha_2 \vartheta_2^2}{2g}$	m	tezlik dami	tegishli kesimdagi solishtirma kinetik energiya
$\left(Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 \vartheta_1^2}{2g}\right),$ $\left(Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 \vartheta_2^2}{2g}\right)$	m	gidrodinamik dam	tegishli kesimdagi solishtirma to‘la energiya
h_f	m	yo‘qotilgan napor (dam)	1- va 2- kesimlar orasida yo‘qotilgan energiya
$P - P$	pezometrik chizig‘i		potensial energiya chizig‘i
$E - E$	dam chizig‘i		to‘la energiya chizig‘i

3.6. 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.

$$h_f = \sum_{i=1}^{n} h_l + \sum_{i=1}^{n} h_m \qquad (3.17)$$

$\sum h_l$ -quvur uzunligi bo‘yicha yo‘qolgan energiya;

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

3.6.1. 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:

$$h_e = \frac{\lambda \cdot l}{d}\frac{\alpha \vartheta^2}{2g}, \qquad (3.18)$$

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

$$\lambda = f(Re;\bar{\Delta}), \qquad (3.19)$$

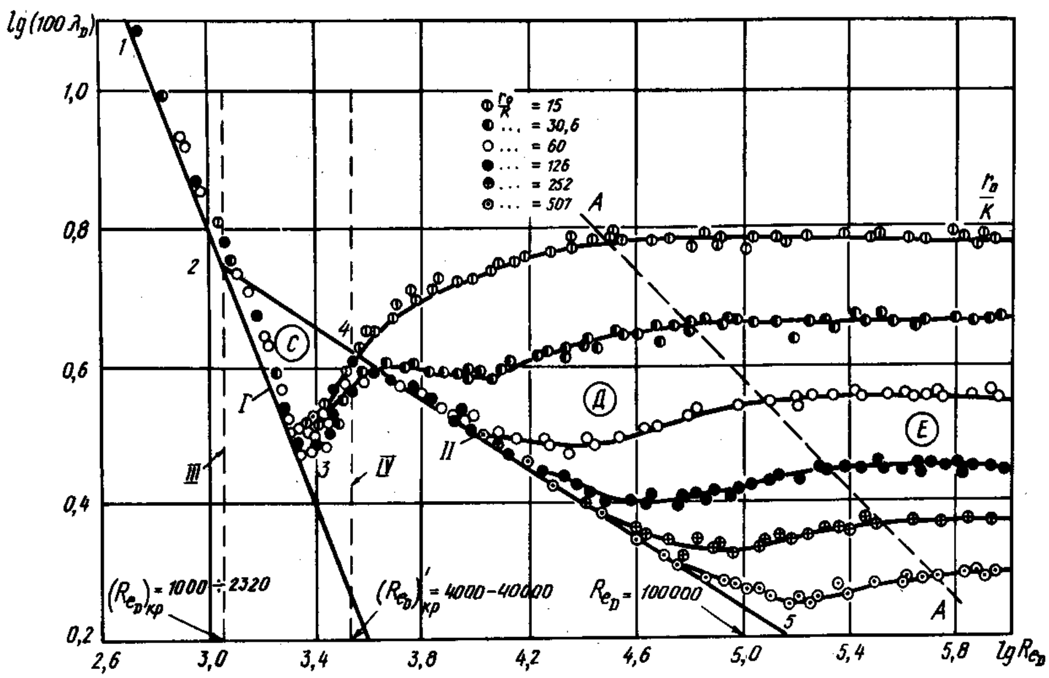
bu yerda: *Re – Reynolds soni;* $\bar{\Delta}$ *- quvurning nisbiy g‘adir-budirligi.*

Quvurning g‘adir-budirligini inobatga olish uchun nisbiy g‘adir-budirlik tushunchasi kiritilgan:

$$\bar{\Delta} = \frac{\Delta}{d}, \qquad (3.20)$$

bu yerda: Δ*-quvur g‘adir-budirligining o‘rtacha balandligi; d – quvur diametri.*

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



3.7 – rasm

I zona. Laminar harakat zonasi bo‘lib, Reynods soni $\mathrm{Re} \le 2320$.

$\lambda = f(\mathrm{Re})$ -Puazeyl formulasi yordamida aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{64}{\mathrm{Re}}. \tag{3.21}$$

II zona. O‘tish zonasi deyiladi. $2320 \le \mathrm{Re} \le 4000$. Bu zonada $\lambda = f(\mathrm{Re})$ - Blazius formulasidan topish mumkin.

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

a) Gidravlik silliq sirt qarshilik sohasi deyiladi; $4000 \le \mathrm{Re} \le \frac{20}{\overline{\Delta}}$ yoki $\mathrm{Re} < \frac{20}{\overline{\Delta}}$.

$\lambda = f(\mathrm{Re}; \overline{\Delta})$.Blazius yoki Prandtl formulalaridan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{\mathrm{Re}}}; \qquad (\textit{Blazius formulasi}) \tag{3.22}$$

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

$$\lambda = 0{,}11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{\mathrm{Re}} \right)^{1/4}; \tag{3.23}$$

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

$$\lambda = 0{,}11 \left(\frac{\Delta}{d} \right)^{1/4}. \tag{3.24}$$

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 ($0 \le \mathrm{Re} \le 10^6$):

$$\lambda = \frac{8x}{\mathrm{Re}} \cdot \frac{J_0(x)}{J_2(x)} \tag{3.25}$$

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

Mahalliy qarshilik turlari.

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

$$h_м = \xi_м \frac{\vartheta^2}{2g} \tag{3.26}$$

Keskin kengayishda yo‘qolgan energiya nazariy formula - Borda formulasi yordamida hisoblanadi:

$$h_м = \frac{(\vartheta_1 - \vartheta_2)^2}{2g}; \tag{3.27}$$

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

$$\xi_{k.k} = \left(1 - \frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2; \tag{3.28}$$

$$\xi_{k.k} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1\right)^2 \tag{3.29}$$

3.7. Kalta quvurlarning gidravlik hisobi.

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

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.

Masalalar:

Berilgan quvurlar tizimi orqali, rezervuardan atmosferaga oqib chiqayotgan suv sarfining miqdorini aniqlash lozim (3.8-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; λ_1=λ_2=λ_3=0,02, H=3,0 m: Jumrakning qarshilik koeffitsienti ξ =0,4;

Yechish:

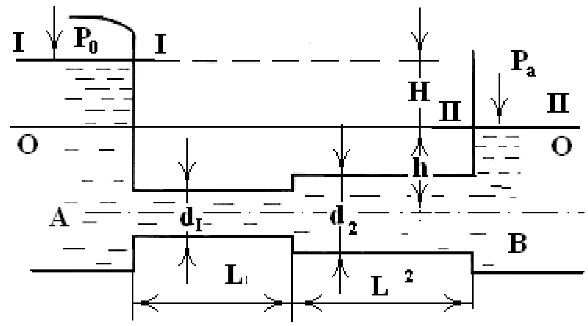
Masalani yechish uchun Bernulli tenglamasidan foydalanamiz. Bernulli tenglamasidan foydalanish quyidagi tartibda amalaga oshiriladi:

1) Kesimlarni tanlaymiz: I-I va II-II (3.8 - rasm);

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

3) Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 \vartheta_1^{\ 2}}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 \vartheta_2^{\ 2}}{2g} + h_f \ ;$$



3.8-rasm

4) Tenglamadagi hadlarni aniqlaymiz:

$z_1 = H$	$z_2 = 0$
$p_1 = p_{am}$	$p_1 = p_{am}$
$\vartheta_1 = 0$	$\vartheta \ = ?$
$\alpha_1 = 1$	$\alpha_2 = 1$

5) Aniqlangan hadlarni tenglamaga qo‘yamiz:

$$H = \frac{p_{am}}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_{am}}{\gamma} + \frac{\vartheta_2^{\ 2}}{2g} + h_f \ ,$$

unda Bernulli tenglamasi quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$H = \frac{\vartheta_2^{\ 2}}{2g} + h_f \ ,$$

Endi quvurlar tizimida yo‘qolgan dam - hf miqdorini aniqlaymiz.
Ma'lumki,

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

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

$$\sum h_e = h_{l_1} + h_{l_2} + h_{l_3} = \frac{\lambda \cdot l_1}{d_1} \cdot \frac{\vartheta_1^2}{2g} + \frac{\lambda \cdot l_2}{d_2} \cdot \frac{\vartheta_2^2}{2g} + \frac{\lambda \cdot l_3}{d_3} \cdot \frac{\vartheta_3^2}{2g} \ .$$

Uzilmaslik tenglamasidan

$$\vartheta_1 \cdot \omega_1 = \vartheta_2 \cdot \omega_2 = \vartheta_3 \cdot \omega_3 ;$$

$\vartheta_1 = \frac{\omega_3}{\omega_1}\cdot\vartheta_3$; $\vartheta_2 = \frac{\omega_3}{\omega_1}\cdot\vartheta_3$ hamda $\vartheta_3 = \vartheta_2$ ekanligidan foydalanib,

$$\sum h_e = \left[\frac{\lambda_1\cdot l_1}{d_1}\left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 + \frac{\lambda_2\cdot l_2}{d_2}\left(\frac{\omega_3}{\omega_2}\right)^2 + \frac{\lambda_3\cdot l_3}{d_3}\right]\frac{\vartheta_2^2}{2g} \quad \text{yoki} \quad \sum h_1 = \xi_1\frac{\vartheta_2^2}{2g}.$$

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

$$\sum h_m = \xi_1\frac{\upsilon_1^2}{2g} + \xi_2\frac{\upsilon_1^2}{2g} + \xi_3\frac{\upsilon_2^2}{2g} + \xi_4\frac{\upsilon_3^2}{2g}.$$

Uzilmaslik tenglamasidan va $\vartheta_3 = \vartheta_2$ ekanligidan foydalanib,

$$\sum h_m = \left[\xi_1\left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 + \xi_2\left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 + \xi_3\left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 + \xi_4\right]\frac{\vartheta_2^2}{2g} \quad \text{yoki} \quad \sum_1^1 h_m = \xi_m\frac{\vartheta_2^2}{2g}.$$

Jadvaldan mahalliy qarshilik qiymatlarini olib, ξ_m-ni hisoblaymiz. Tenglamalardan tizimda yo‘qolgan dam uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$h_f = \xi_m\frac{\vartheta_2^2}{2g} + \xi_1\frac{\vartheta_2^2}{2g} = (\xi_m + \xi_1)\frac{\vartheta_2^2}{2g} \quad \text{yoki} \quad h_f = \xi_S\frac{\vartheta_2^2}{2g},$$

bu yerda: ξ_S -tizimning qarshilik koeffitsienti.

$$H = \frac{\vartheta_2^2}{2g} + \xi_S\frac{\vartheta_2^2}{2g},$$

bu yerdan

$$\vartheta_2 = \frac{1}{\sqrt{1+\xi_S}}\sqrt{2gH} \quad \text{yoki} \quad \vartheta_2 = \varphi\sqrt{2gH};$$

bu yerda φ -tezlik koeffitsienti.

U holda quvurlar tizimi orqali oqib chiqayotgan sarf

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

bu yerda μ - *sarf koeffitsienti*.

3.8. Gidrodinamika bo‘limiga doir masalalar yechish.

Ideal suyuqliklar uchun

1-masala. Suyuqlik ($\rho = 1m/м^3$) A idishdan B idishga har xil diametrli quvurlardan tuzilgan truboprovod orqali uzatilmoqda (3.9-rasm.). Suyuqlik B idishdan uning devoridagi dumaloq teshik orqali atmosferaga oqib chiqmoqda.

Berilgan:

Suyuqlik – ideal;

$H_B = 1{,}3m$, $a = 0{,}5m$, $l_1 = 2m$, $l_2 = 4m$

$l_3 = 5m$, $d_1 = 100mm$, $d_2 = 150mm$, $d_3 = 120mm$

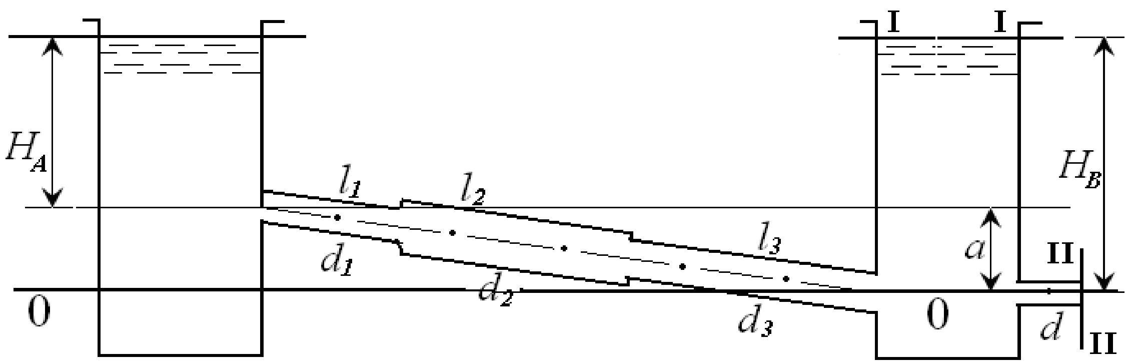
$d = 70mm$

Talab qilinadi:

a) Suyuqlik sarfini aniqlang, m^3/s va l/s da

b) Napor va pyezometrik chiziqlarini quring;

v) A idishdagi H chuqurlikni aniqlang.



3.9-rasm.

Hisoblash tartibi:

Tanlangan ikki kesim oralig‘idagi ideal suyuqliklar oqimi uchun 0-0 taqqoslash tekisligiga nisbatan bu kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

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

1-1 kesim uchun:	2-2 kesim uchun:
$z_1 = H_B$	$z_2 = 0$
$p_1 = p_{at}$	$p_1 = p_{at}$
$u_1 = 0$	$u_1 = u_{II}$

Bundan

$$H_B + \frac{p_{at}}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_{at}}{\gamma} + \frac{u_{II}^2}{2g}$$

yoki

$$H_B = \frac{u_{II}^2}{2g}$$

oxirgi tenglamadan 2-2 kesimdagi tezlikni aniqlashimiz mumkin:

$$u_{II} = \sqrt{2gH_B} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}3} = 5{,}05\, m/s$$

2-2 kesimdagi quvurning ko‘ndalang kesim yuzasini aniqlasak,

$$\omega_{II} = \frac{\pi d^2}{4} = 0{,}785 d^2 = 0{,}785 \cdot 0{,}07^2 = 0{,}004 m^2$$

oqim sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \omega_{II} \upsilon_{II} = 0{,}004 \cdot 5{,}05 = 0{,}02\, m^3/s = 20\, l/s\,.$$

Bernulli tenglamasiga asosan to‘la napor quyidagicha aniqlanadi:

$$H_e = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} = H_B$$

Demak, tenglamaga asosan, ideal holatdagi suyuqliklar uchun to‘liq napor chizig‘i idishdagi suv sathidan o‘tib, suyuqlik ideal holatdaligini inobatga olib, butun sistema uchun bir xil balandlikda bo‘ladi deb qabul qilamiz.

Pyezometrik napor quyidagicha aniqlanadi:

$$H_p = z + \frac{p}{\gamma} \text{ yoki } H_p = H_e - \frac{u^2}{2g}$$

Tenglamadan ko‘rinib turibdiki, pyezometrik napor chizig‘ini qurish uchun o‘zgaruvchan quvurlardagi tezliklarni aniqlashimiz lozim bo‘ladi.

1-quvurdagi tezlik:

$$u_1 = \frac{Q}{\omega_1} = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 0{,}02}{3{,}14 \cdot 0{,}1^2} = \frac{0{,}08}{0{,}0314} = 2{,}55\, m/s$$

Taqqoslash tekisligiga nisbatan pyezometrik napor chizig‘i

$$H_{p1} = H_B - \frac{u_1^2}{2g} = 1{,}3 - \frac{2{,}55^2}{2 \cdot 9{,}81} = 1{,}3 - 0{,}33 = 0{,}97 m$$

2-quvurdagi tezlik:

$$u_2 = \frac{Q}{\omega_2} = \frac{4Q}{\pi d_2^2} = \frac{4 \cdot 0{,}02}{3{,}14 \cdot 0{,}15^2} = 1{,}13\, m/s$$

$$H_{p2} = H_B - \frac{u_2^2}{2g} = 1{,}3 - \frac{1{,}13^2}{2 \cdot 9{,}81} = 1{,}3 - 0{,}07 = 1{,}23m$$

3-quvurdagi tezlik:

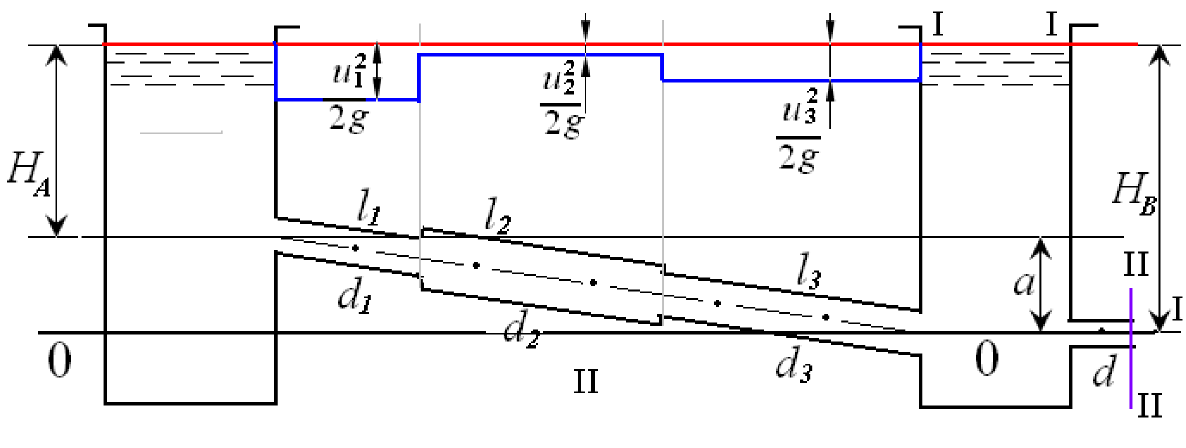
$$u_3 = \frac{Q}{\omega_3} = \frac{4Q}{\pi d_3^2} = \frac{4 \cdot 0{,}02}{3{,}14 \cdot 0{,}12^2} = 1{,}77\ m/s$$

$$H_{p3} = H_B - \frac{u_3^2}{2g} = 1{,}3 - \frac{1{,}77^2}{2 \cdot 9{,}81} = 1{,}3 - 0{,}16 = 1{,}14m$$

Olingan natijalarni chizmada belgilaymiz.

A idishdagi H_A chuqurlik quyidagicha aniqlanadi:

$$H_A = H_B - a = 1{,}3 - 0{,}5 = 0{,}8m$$



3.9-rasm.

2-masala. Kesimi uchburchak bo‘lgan quvurda harorati $t = 20^0 C$ bo‘lgan suyuqlik harakat qilmoqda.

Berilgan:

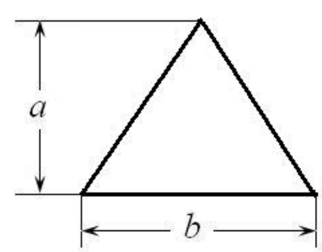
$a = 25sm$,

$b = 35sm$,

$Q = 30l/s = 30000sm^3/s$,

g‘adir-budurlikning

o‘rtacha balandligi $\Delta = 0{,}5mm$.



3.10-rasm.

Talab qilinadi:

a) Quvurdagi suv harakatining tartibini va qarshilik sohasini aniqlang;

b) Gidravlik ishqalanish koeffitsienti λ, gidravlik nishablik va quvurning $l = 200m$ uzunligida yo‘qotilgan naporni aniqlang·

Hisoblash tartibi.

Quvurdagi suvning harakat tartibini Reynolds soniga asosan aniqlaymiz:

$$\mathrm{Re} = \frac{\upsilon \cdot 4R}{\nu} = \frac{68{,}6 \cdot 4 \cdot 5{,}09}{0{,}0101} = 138286.$$

Bu yerda υ– quvurdagi suvning o‘rtacha tezligi

$$\upsilon = \frac{Q}{\omega} = \frac{30000}{437{,}5} = 68{,}6\, sm/s.$$

ω – quvurning ko‘ndalang kesim yuzasi

$$\omega = \frac{ab}{2} = \frac{25 \cdot 35}{2} = 437{,}5 sm^2.$$

R – quvurning gidravlik radiusi, ihtiyoriy shakldagi kesim uchun quyidagicha aniqlanadi:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{437{,}5}{86{,}03} = 5{,}09 sm.$$

χ – quvurning ho‘llangan perimetri, uchburchak quvur uchun quyidagicha aniqlanadi:

$$\chi = a + 2c = a + 2\sqrt{a^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} = 25 + 2\sqrt{25^2 + \left(\frac{35}{2}\right)^2} = 86{,}03 sm.$$

Suv harakatining tartibi Reynolds soniga asosan aniqlanadi:

Agar $\mathrm{Re} < \mathrm{Re}_{kr}$ bo‘lsa, oqimning laminar harakati kuzatiladi, bunda bosimli quvurlarda Reynolds sonining kritik qiymati $\mathrm{Re}_{kr} = 2320$ ga teng.

Oqimning laminar harakatida gidravlik ishqalanish koeffitsienti Puazeyl tomonidan taklif qilingan formula yordamida aniqlanadi:

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

Agar $\mathrm{Re}_{kr} < \mathrm{Re} < 4000$ bo‘lsa, oqimning laminar harakatidan turbulent harakatiga o‘tish sohasi hisoblanadi, bunda gidravlik ishqalanish koeffitsienti 1913 yilda Blazius tomonidan taklif qilingan quyidagi formulaga asosan aniqlanadi:

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

Agar $\mathrm{Re} > \mathrm{Re}_{kr}$ bo‘lsa,oqimning turbulent harakati kuzatiladi. Oqimning turbulent harakati o‘z navbatida uchta sohaga bo‘linadi.

$4000 < \mathrm{Re} < 20 \cdot 4R/\Delta$ bo‘lsa, oqim turbulent harakatining silliq quvurlar sohasi hisoblanadi, bu sohada ham gidravlik ishqalanish koeffitsienti Blazius tomonidan taklif qilingan formulaga asosan aniqlanadi:

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

Agar $20 \cdot 4R/\Delta < \mathrm{Re} < 500 \cdot 4R/\Delta$ bo‘lsa, oqim turbulent harakatining kvadrat qarshilikkacha bo‘lgan sohasi hisoblanadi, bu sohada gidravlik ishqalanish koeffitsienti A.D.Altshul tomonidan taklif qilingan formulaga asosan aniqlanadi:

$$\lambda = 0,11\left(\frac{\Delta}{4R} + \frac{68}{\mathrm{Re}}\right)^{0,25}.$$

Agar $\mathrm{Re} > 500 \cdot 4R/\Delta$ bo‘lsa,oqim turbulent harakatining kvadrat qarshilik sohasi hisoblanadi, bu sohada gidravlik ishqalanish koeffitsienti B.L.Shifrinson tomonidan taklif qilingan formulaga asosan aniqlanadi:

$$\lambda = 0,11\left(\frac{\Delta}{4R}\right)^{0,25}.$$

$$20 \cdot 4 \cdot R/\Delta = 20 \cdot 4 \cdot 5,09/0,05 = 8144$$

$$500 \cdot 4 \cdot R/\Delta = 500 \cdot 4 \cdot 5,09/0,05 = 203600$$

demak, bizning masalada $20 \cdot 4R/\Delta < \mathrm{Re} < 500 \cdot 4R/\Delta$ shartni qanoatlantirganligi uchun, oqim turbulent harakatining kvadrat qarshilikkacha bo‘lgan sohasi hisoblanadi, bu sohada gidravlik ishqalanish koeffitsienti:

$$\lambda = 0,11\left(\frac{\Delta}{4R} + \frac{68}{\mathrm{Re}}\right)^{0,25} = 0,11\left(\frac{0,05}{4 \cdot 5,09} + \frac{68}{138286}\right)^{0,25} = 0,0256.$$

Quvurning $l = 50m$ uzunligida yo‘qotilgan naporni Darsi-Veysbax formulasidan aniqlaymiz:

$$h_l = \lambda \frac{l}{4R}\frac{\upsilon^2}{2g} = 0,0256\frac{20000}{4 \cdot 5,09}\frac{68.6^2}{2 \cdot 981} = 60,32sm.$$

Gidravlik nishablik quyidagicha aniqlanadi:

$$J = \frac{h_l}{l} = \frac{60.32}{20000} = 0,00302.$$

Real suyuqliklar uchun.

3.11-rasmda ko‘rsatilgan tarmoq uchun gidravlik qarshiliklarni hisobga olgan holda yeching va idishdagi suvning chuqurligi H ni aniqlang, truboprovod foydalanilgan cho‘yan quvurlardan tuzilgan, sarf esa qarshiliklarni hisobga olmay topilgan sarfga teng deb qaraladi.

Berilgan:

$t = 16^0 C$

$\Delta = 0{,}8mm$

$H = 1{,}8m$

$a = 0{,}7m$

$l_1 = 10m$

$l_2 = 14m$

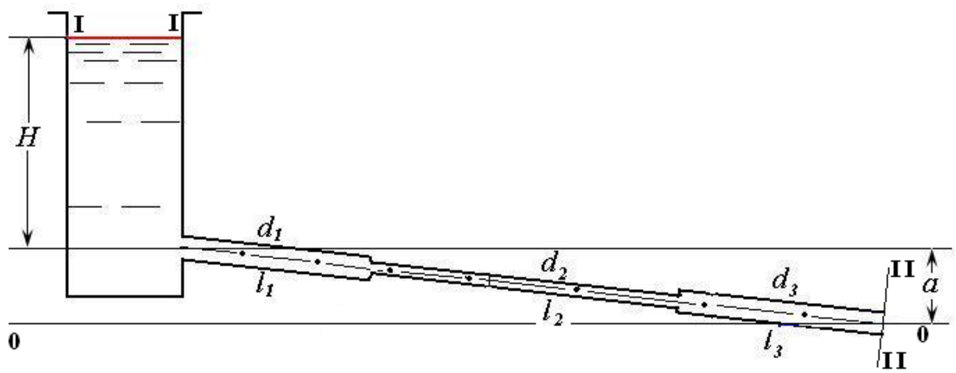
$l_3 = 8m$

$d_1 = 150mm$

$d_2 = 100mm$

$d_3 = 120mm$

$Q = 0{,}0791 m^3/s$



3.11-rasm.

Talab qilinadi:

a) Napor va pyezometrik chiziqlarini quring;

b) A idishdagi H chuqurlikni aniqlang.

Real holatdagi barqaror harakatlanayotgan suv oqimi uchun Bernulli tenglamasini qo‘llanish qoidasiga asosan, berilgan quvurlar sistemasining chiqish sohasidagi quvur og‘irlik markazidan o‘tuvchi gorizontal yo‘nalishda 0-0 taqqoslash tekisligini o‘tkazib, sistemaga kirish va chiqish sohasida oqim harakatiga ko‘ndalang tarzda 1-1 va 2-2 kesimlar tanlaymiz (qarang rasm). Tanlangan ikki kesim oralig‘ida harakatlanayotgan real suyuqliklar uchun gorizontal 0-0 taqqoslash tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha \upsilon_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha \upsilon_2^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

Tenglama hadlarini yozamiz:

1-1 kesim uchun:

$z_1 = H + a$

$p_1 = p_{at}$

$\upsilon_1 = 0$

2-2 kesim uchun:

$z_2 = 0$

$p_1 = p_{at}$

$\upsilon_1 = \upsilon_{\mathrm{II}} = \upsilon_3$

Bundan

$$H + a + \frac{p_{at}}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_{at}}{\gamma} + \frac{\alpha\upsilon_3^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

yoki

$$H = \frac{\alpha\upsilon_3^2}{2g} - a + h_{f(1-2)} = \frac{1\cdot 5{,}05^2}{2\cdot 9{,}81} - 0{,}5 + 1{,}64 = 2{,}44m.$$

bu yerda $h_{f(1-2)}$ – 1-1 va 2-2 kesimlar oralig‘ida yo‘qolgan napor

$$h_{f(1-2)} = \sum h_m + \sum h_l = 0{,}456 + 1{,}184 = 1{,}64m.$$

$\sum h_m$ – mahalliy qarshiliklar hisobiga napor yo‘qolishi

$$\sum h_m = h_k + h_{k.t} + h_{k.k} = 0{,}51 + 1{,}44 + 0{,}48 = 2{,}43m.$$

h_k – kirishdagi napor yo‘qolishi

$$h_k = \zeta_k \frac{\upsilon_1^2}{2g} = 0{,}5\frac{4{,}48^2}{2\cdot 9{,}81} = 0{,}51m\ .$$

$h_{k.t}$ – keskin torayishda napor yo‘qolishi

$$h_{k.t} = \zeta_{k.t}\frac{\upsilon_2^2}{2g} = 0{,}5\left(1 - \frac{\omega_2}{\omega_1}\right)\frac{\upsilon_2^2}{2g} = 0{,}5\left(1 - \frac{d_2^2}{d_1^2}\right)\frac{\upsilon_2^2}{2g} = 0{,}5\left(1 - \frac{0{,}10^2}{0{,}15^2}\right)\frac{10{,}08^2}{2\cdot 9{,}81} = 1{,}44m\ .$$

$h_{k.k}$ – keskin kengayishda napor yo‘qolishi

$$h_{k.k} = \zeta_{k.k}\frac{\upsilon_3^2}{2g} = \left(\frac{\omega_3}{\omega_2} - 1\right)^2\frac{\upsilon_3^2}{2g} = \left(\frac{d_3^2}{d_2^2} - 1\right)^2\frac{\upsilon_3^2}{2g} = \left(\frac{0{,}12^2}{0{,}10^2} - 1\right)^2\frac{7^2}{2\cdot 9{,}81} = 0{,}48m\ .$$

Endi quvurlarning uzunligi bo‘yicha yo‘qolgan naporni aniqlaymiz:

$$\sum h_l = h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} = 0{,}85 + 0{,}13 + 0{,}204 = 1{,}184m.$$

1-quvur uzunligi bo‘yicha yo‘qolgan napor:

$$h_{l1} = \lambda_1\frac{l_1}{d_1}\frac{\upsilon_1^2}{2g} = 0{,}03\frac{10}{0{,}15}\frac{4{,}48^2}{2\cdot 9{,}81} = 2{,}05m.$$

λ_1 – 1-quvurdagi gidravlik ishqalanish koeffitsienti, A.D.Altshul formulasi yordamida aniqlaymiz:

$$\lambda_1 = 0{,}11\left(\frac{\Delta}{d_1} + \frac{68}{\mathrm{Re}_1}\right)^{0,25} = 0{,}11\left(\frac{0{,}8}{150} + \frac{68}{600000}\right)^{0,25} = 0{,}03$$

Reynolds soni quyidagicha aniqlanadi:

$$\mathrm{Re} = \frac{\upsilon_1 d_1}{\nu} = \frac{4{,}48 \cdot 0{,}15}{0{,}0112 \cdot 10^{-4}} = 600000;$$

Demak,suv oqimining harakati turbulent tartibdagi harakat ekan.

2-quvur uzunligi bo‘yicha yo‘qolgan napor:

$$h_{l2} = \lambda_2 \frac{l_2}{d_2}\frac{\upsilon_2^2}{2g} = 0{,}033\frac{14}{0{,}10}\frac{10{,}08^2}{2 \cdot 9{,}81} = 23{,}93m\ .$$

λ_2 –2-quvurdagi gidravlik ishqalanish koeffitsienti, A.D.Altshul formulasi yordamida aniqlaymiz:

$$\lambda_2 = 0{,}11\left(\frac{\Delta}{d_2} + \frac{68}{\mathrm{Re}_2}\right)^{0,25} = 0{,}11\left(\frac{0{,}8}{100} + \frac{68}{900000}\right)^{0,25} = 0{,}033$$

Reynolds soni quyidagicha aniqlanadi:

$$\mathrm{Re} = \frac{\upsilon_2 d_2}{\nu} = \frac{10{,}08 \cdot 0{,}1}{0{,}0112 \cdot 10^{-4}} = 900000$$

Demak,suv oqimining harakati turbulent tartibdagi harakat ekan.

3-quvur uzunligi bo‘yicha yo‘qolgan napor:

$$h_{l3} = \lambda_3 \frac{l_3}{d_3}\frac{\upsilon_3^2}{2g} = 0{,}0308\frac{5}{0{,}12}\frac{1{,}77^2}{2 \cdot 9{,}81} = 0{,}204m\ .$$

λ_3 –3-quvurdagi gidravlik ishqalanish koeffitsienti, A.D.Altshul formulasi yordamida aniqlaymiz:

$$\lambda_3 = 0{,}11\left(\frac{\Delta}{d_3} + \frac{68}{\mathrm{Re}_3}\right)^{0,25} = 0{,}11\left(\frac{0{,}7}{120} + \frac{68}{210297}\right)^{0,25} = 0{,}0308\ .$$

Reynolds soni quyidagicha aniqlanadi:

$$\mathrm{Re} = \frac{\upsilon_3 d_3}{\nu} = \frac{1{,}77 \cdot 0{,}12}{0{,}0101} = 210297.$$

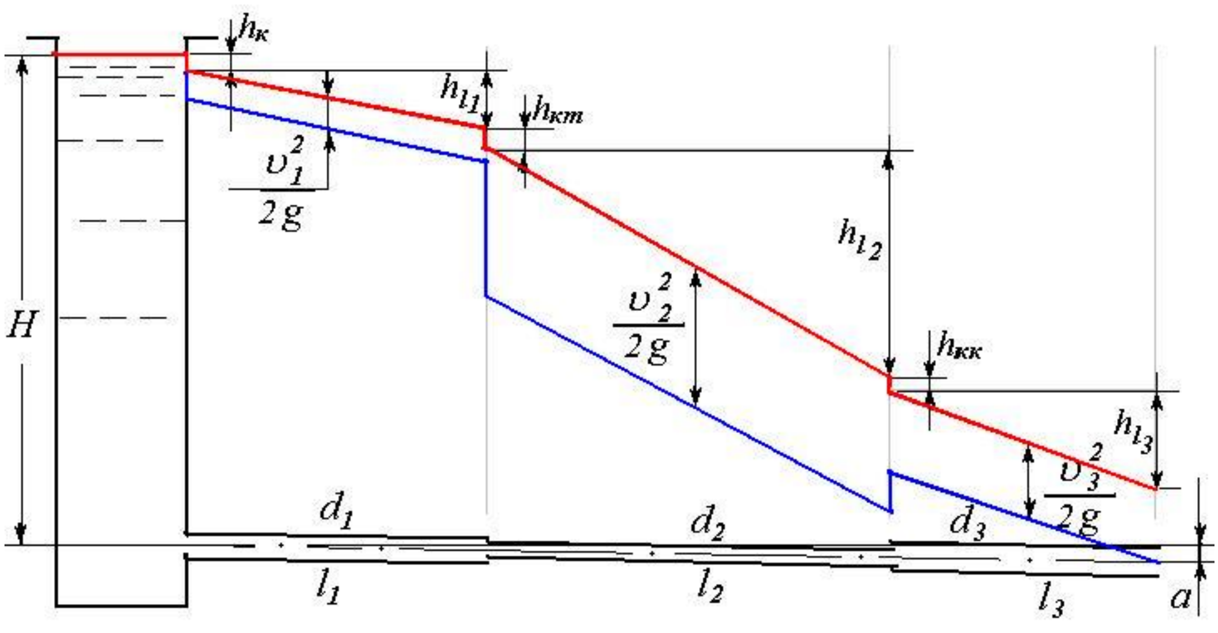
Demak, suv oqimining harakati turbulent tartibdagi harakat ekan.

Aniqlangan napor yo‘qolishlari asosida to‘la napor chizig‘ini va tezlik naporlari asosida pyezometrik napor chizig‘ini quramiz.

To‘liq napor chizig‘ini sistemaning tugash qismidan boshlab qura boshlaymiz:

- Dastlab, 3-quvurdan chiqishdagi napor yo‘qolishi vertikal holatda tanlangan masshtabda qo‘yiladi;

- Keyingi bosqichda, 3-quvur boshlanishiga shu uchastkadagi (3-chiqish) uzunlik bo‘yicha yo‘qolish kattaligi belgilanib, u tugagan nuqtaga, chiqishdagi napor yo‘qolishi balandligi nuqtasidan chiziq o‘tkaziladi;
- Chiziqning tugash nuqtasiga shu (3-quvur boshlanishi) kesimdagi mahalliy yo‘qolish kattaligi vertikal yo‘nalishda qo‘yiladi;
- Keyingi bosqichda, 2-quvur boshlanishiga shu uchastkadagi (2-3) uzunlik bo‘yicha yo‘qolish kattaligi belgilanib, u tugagan nuqtaga, 3-uchastkadagi napor yo‘qolishi balandligi nuqtasidan chiziq o‘tkaziladi;
- Chiziqning tugash nuqtasiga shu (2-quvur boshlanishi) kesimdagi mahalliy yo‘qolish kattaligi vertikal yo‘nalishda qo‘yiladi;
- Keyingi bosqichda, 2-quvur boshlanishiga shu uchastkadagi (1-2) uzunlik bo‘yicha yo‘qolish kattaligi belgilanib, u tugagan nuqtaga, 2-uchastkadagi napor yo‘qolishi balandligi nuqtasidan chiziq o‘tkaziladi;
- Chiziqning tugash nuqtasiga shu (1-quvur boshlanishi – quvurlar sistemasiga kirish) kesimdagi mahalliy yo‘qolish kattaligi vertikal yo‘nalishda qo‘yiladi;
- Olingan H napor kattaligi idishdagi suyuqlikning haqiqiy napori deyiladi;
- Pyezometrik napor (*P*-*P*)chizig‘i to‘liq napor chizig‘idan tezlik naporlariga teng miqdorda pastda joylashib, unga parallel tarzda o‘tkaziladi.



3.12-rasm.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.

1. K.Sh.Latipov Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar –Toshkent “O‘qituvchi”, 1992y.
2. Б.Б.Некрасов “Задачник по гидравлике” гидромашинам и гидроприводу – М, “Высшая школа”, 1989г.
3. Н.П.Тогунова Методические указания и задачи для самостоятельной работы студентов факультета “Механизации гидромелиоративных работ” по курсу “Гидравлика”, Ташкент 1982г.
4. Yu.E.Eshmurodov, A.M.Arifjanov, Gidravlika fanidan amaliy mashg‘ulotlar uchun qo‘llanma –Toshkent, 1991 y.
5. O. M. Orifjonov, “Gidravlika” masalalar to‘plami, , “Istiqlol”,Toshkent 2005 y.
6. А. Арифжанов, И. Ахмедходжаева, А. Фатхуллаев, “Сув ресурслари” ўқув қўлланма, Тошкент 2008 й.
7. А. Арифжанов, П. Н. Гурина, “Гидравлика” учебное пособие, Ташкент 2010 г.

MUNDARIJA

Raximov Qudratjon Toshbotirovich
Ibragimova Zaytuna Iskandarovna
Apakxujayeva Tursunoy Ubaydullayevna
Allayorov Davronjon Shamsiddin o‘g‘li
Jonqobilov Sobir Ulug‘murodovich

“Suyuqliklar mexanikasi va gidravlik mashinalar” fanidan amaliy mashg‘ulotlarni bajarish bo‘yicha

USLUBIY KO‘RSATMA

Muharrir: M.Mustafoyeva

Bosishga ruxsat etildi:____________

Qog‘oz o‘lchami 60x84 1/16. Hajmi 4,0 b. t.

Adadi: 10 nusxa. Buyurtma №_____

TIQXMMI bosmaxonasida chop etildi

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