

OYBEK ORIFJONOV

GIDRAVLIKA

(Masalalar to 'plami)

O'zbekiston Respublikasi

Oliy va o'rtta maxsus ta'lim vazirligi oliy o'quv yurtlariaro
ilmiy-uslubiy birkashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi kengashi
tomonidan oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanma sifatida
tavsiya etilgan

Toshkent,
«Istiqlol» — 2005

O'quv qo'llanma gidravlika fanining dasturi asosida tayyorlangan.

O'quv qo'llanmaga kiritilgan masalalardan amaliy mashg'ulotlar, hisob-grafik ishlari va olimpiada topshiriqlarini bajarishda foydalanish mumkin.

O'quv qo'llanma bir necha bo'limlarga ajratilgan bo'lib, har bir bo'limda masalalarni yechish tartibi keltirilgan.

O'quv qo'llanmadan gidravlik hisoblarni bajarishda magistrant va aspirantlar ham foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar: **R.M.KARIMOV**, Toshkent irrigatsiya va melioratsiya instituti «Gidravlika» kafedrasi dotsenti,

E.J.MAHMUDOV, O'zRFA «Suv muammolari» instituti direktori, texnika fanlari doktori, professor,

M.MUHAMADIYEV, Toshkent Davlat Texnika Universiteti, «Gidroenergetika va QTEM» kafedrasi mudiri, texnika fanlari doktori, professor.

KIRISH

Ilm-fan jadal taraqqiy etayotgan, zamonaviy axborot-kommunikatsiya tizimlari keng joriy etilayotgan jamiyatda yetarli intellektual salohiyatga ega, ilm-fanning zamonaviy yutuqlari asosida mustaqil fikr yuritadigan raqobatbardosh, yuqori malakali kadrlarni tayyorlash o'quv adabiyotlarning sifat va miqdoriga ham bog'liqidir.

«Gidravlika» fanining talabalar tomonidan mukammal o'zlash-tirishi, ularda irrigatsiya, suv xo'jaligi qurilishi va qishloq xo'jaligi bilan bog'liq gidravlik jarayonlarni anglash, mushohada yurita olish qobiliyatini shakllantirish mustaqil masalalar yechishni taqozo etadi.

Shu bilan bir qatorda nazariy bilimlarni mustahkamlash, yechilayotgan masalalarning son qiymatlarini aniqlashgacha yetkazish, aniq amaliy masalalarni echishga ko'nikma bo'ladi.

Alovida qishloq va suv xo'jaligi sohasidagi muammolarni hal etishda gidravlik jarayonlar bilan bog'liq bo'lган amaliy masalalarni yechishga to'g'ri keladi. Gidravlik jarayonlarni to'liq idrok etish, nazariy bilimlarni amaliyotda qo'llay bilish uchun «Masalalar to'plami...» kabi o'quv adabiyotlarga hozirgi kunda talab oshib bormoqda.

Mazkur o'quv qo'llanma qishloq va suv xo'jaligi sohasiga bakalavrilar tayyorlash o'quv dasturi asosida tuzilgan.

Qo'llanmada keltirilgan masalalar xalqaro va Respublika miqyosida o'tkazilgan olimpiadalarda to'plangan tajribalar asosida tuzilgan.

«Gidravlikadan masalalar to'plami» qo'llanmasida murakkablik darajasi har xil masalalar jamlangan bo'lib, ko'pgina ishlab chiqarish bilan bog'liq masalalar ham keltirilgan.

Masalalar to'plami «Gidravlika» fani dasturida keltirilgan mavzular asosida tuzilgan bo'lib, fanning bo'limlarini ketma-ket o'zlashtirib borishga mo'ljallangan.

O'quv qo'llanma «Gidravlika» fanining ikki qismini «gidrostatika» va «gidrodinamika» bo'limlarini o'z ichiga oladi. Har bir bo'limlar yana aniq mavzularga ajratib berilgan.

Qo'llanmada har bir bo'limdagi mavzuga doir masalalarni yechishga ko'rsatmalar berilgan. Qiziqarli, amaliy ahamiyatga ega

bo'lgan masalalar sodda ya aniq bayon etishga harakat qilinib, talabalarga mazkur fanni mustaqil ravigishda o'rganishlariga ham yordam beradi degan umiddamiz.

Qo'llanmani tayyorlash jarayonida muallif «Gidravlika» fani bo'yicha davlat tilidagi birinchi darslik muallifi t.f.d, prof. K. Sh. Latipovning, hamda TIMI «Gidravlika» kafedrasи professor-o'qituvchilari N.P.Togunova, A.M.Eshonxo'jayev, I.A.Ahmadxo'jayevalarning qimmatli maslahatlaridan foydalandi.

O'z fikr-mulohazalari bilan qo'llanma mazmunini boyitishga yordam bera~~n~~liklari uchun muallif TIMI «Gidravlika» kafedrasи mudiri, dotsent R.M.Karimovga, «Suv muammolari» instituti direktori, t.f.d., professor E.J.Mahmudovga, Toshkent Davlat Texnika Universiteti «Gidroenergetika va QTEM» kafedrasи mudiri t.f.d. professor M.Muhammadiyevga o'z minnatdorchiligini bildiradi.

O'quv qo'llanmasi o'zbek tilida birinchi marotaba nashr etila-yotganligi sababli gidravlikaga oid terminlar, o'quv materialining joylashtirilishi to'g'risida munozarali joylar uchrashi mumkin. Shu boisdan muallif bu o'quv qo'llanma to'g'risidagi fikr-mulohazalarni mammuniyat bilan qabul qiladi.

I. GIDROSTATIKA

1. GIDROSTATIK BOSIM

Gidrostatika – suyuqliklarning muvozanatdagи qonunlarini o'rganuvchi gidravlika bo'limidir.

Gidrostatik bosim kuchining – F yuzaga – ω nisbati o'rtacha gidrostatik bosim deb ataladi:

$$P_{\text{or}} = \frac{F}{\omega}$$

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

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

Muvozanatdagи suyuqlik bosimi quyidagi xossalarga ega:

1. Gidrostatik bosim kuchi o'zi ta'sir qilayotgan yuzaga (perpendikulyar) tik va ichkari tomon yo'nalgan.
2. Gidrostatik bosim hamma yo'nalishda bir xil qiymatga ega.
3. Nuqtadagi gidrostatik bosim faqat shu nuqta koordinatalariga bog'liqdir, ya'ni:

$$P = f(x, y, z)$$

1.1. Gidrostatik bosim o'lchov birliklari

Texnikada quyidagi o'lchov birliklaridan foydalaniladi:

1. Kuch birliklarining yuza birliklariga nisbati:

$$\frac{\text{N}}{\text{m}^2}, \frac{\text{kGk}}{\text{sm}^2}, 1 \frac{\text{N}}{\text{m}}, 1 \text{ Pa (Paskal)}$$

2. Suyuqlik ustunining balandliklari:

m suv ustuni, mm simob ustuni.

3. Texnik sistemalarda: texnik atmosfera – *at (atm. bar)*

Quyidagi jadvalda bosim o'lchov birliklari orasidagi nisbat keltirilgan:

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	0,10 ²
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 sim.ust	133	1,33×10 ³	1,36×10 ³	1,0	13,6
1 mm suv. ustuni	9,81	9,81×10 ⁵	10 ⁻⁴	7,35×10 ⁻²	1,0

1.2. Gidrostatikaning asosiy tenglamasi

Gidrostatikaning asosiy tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} \quad (1.1)$$

Bu yerda: z – nuqtaning koordinatasi;

$\frac{P}{\gamma}$ – pezometrik balandlik.

Yuqoridagi tenglamaga (1.1) gidrostatikaning asosiy tenglamasi deyildi.

1.3. Gidrostatika asosiy tenglamasining natijalari

I. Teng bosimli sirt ($P = \text{const}$) gorizontal tekislikdir. $dp = -\rho gdz$ ga, $P = \text{cons}'t$ qo'ysak $dz = 0$ ga ega bo'lamiz. Uni integrallasak $z = \text{cons}'t$ bo'ladi. Bu esa gorizontal tekislikning tenglamasıdır.

Demak, muvozanatdagı bir xil suyuqlikdan o'tkazilgan gorizontal tekislikning hamma nuqtalarida bosim bir xil bo'ladi.

II. Ixtiyoriy nuqtadagi bosimni aniqlash. Buning uchun gidrostatikaning asosiy tenglamasini yozamiz:

$$z_1 + \frac{P_A}{\gamma} = z_2 + \frac{P_0}{\gamma}$$

Bu yerda: z_1 – ixtiyoriy nuqtaning koordinatasi;

P_A – ixtiyoriy nuqtadagi bosim;

z_2 – suyuqlik sathining koordinatasi;

P_0 – suyuqlik erkin sirtidagi bosim bo'lib, tashqi bosim deb yuritiladi.

Yuqoridagi tenglamadan ixtiyoriy nuqtadagi bosim quyidagicha aniqlanadi:

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

$z_2 - z_1 = h$ deb belgilab,

$$P_A = P_0 + \gamma h \quad (1.2)$$

Bu yerda: P_A – ixtiyoriy nuqtadagi bosim, yoki absolyut bosim deyiladi; P_0 – tashqi bosim; γh – og'irlik bosimi.

(1.2) formulaga ixtiyoriy nuqtadagi bosimni aniqlash formulasi deyiladi.

Agar ixtiyoriy A nuqtaga pezometr (pezometr – bosim o'lchaydigan asbob) ulasak, pezometrda ko'tarilgan suyuqlik balandligi pezometrik balandlik deyiladi va quyidagicha aniqlanadi:

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

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

III. Suyuqlikda bosimning uzatilishi. Suyuqlikka tashqaridan berilgan bosim suyuqliknинг hamma nuqtalariga bir xil miqdorda uzatiladi (Paschal qonuni).

Gidrostatikaning asosiy tenglamarasidan:

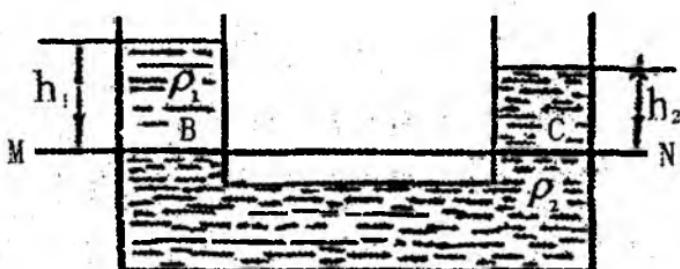
$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} \quad (1.3)$$

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

$$z_1 + \frac{P_1 + \Delta P_1}{\gamma} = z_2 + \frac{P_2 + \Delta P_2}{\gamma}$$

(1.3) formuladan $\Delta P_1 = \Delta P_2$ bo'ladi, demak bosim bir xil miqdorga o'zgaradi.

IV. Tutash idishlar qonuni. Tutash idishlarga har xil suyuqlik quyilgan bo'lsa, u holda suyuqliklarni ajratuvchi tekislikdan yuqoridagi suyuqlik sathining joylashuvi, suyuqlik zichligiga teskari proporsionaldir.



$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \quad (1.4)$$

MN – suyuqliklarni ajratuvchi tekislik bo‘lib, birinchi (I) natija asosida teng bosimli sirt bo‘ladi, ya’ni $P_c = P_v$

(1.2) formula asosida

$$P_1 = P_a + \gamma_1 h_1; P_B = P_a + \gamma_2 h_2 \text{ bo‘ladi.}$$

Ma’lumki, $P_c = P_B$, u holda $\gamma_1 h_1 = \gamma_2 h_2$ yoki $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1}; \gamma_1 = \rho_1 g$

$$\gamma_2 = \rho_2 g \text{ deb olsak } \frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}.$$

1.2 Manometrik va vakuummetrik bosimlar

Amaniyotda bosimni xarakterlash uchun manometrik va vakuummetrik bosim tushunchalaridan foydalilanildi.

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

$$P_M = P_A - P_a$$

bu yerda: P_M – manometrik bosim;

P_a – atmosfera bosimi.

Manometrlar – manometrik bosimni o‘lchaydi.

Agar ixtiyoriy nuqtadagi bosim atmosfera bosimidan kichik bo‘lsa, $P_A < P_a$, atmosfera bosimigacha bo‘lgan bosimga vakuummetrik bosim deyiladi va quyidagicha hisoblanadi:

$$P_v = P_a - P_A$$

bu yerda, P_v – vakuummetrik bosim.

Vakuummetralar – vakuummetrik bosimni o‘lchaydi.

Masalalarni yechishga doir ko‘rsatma:

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

koeffitsiyenti $\beta_w = \frac{1}{1300} \frac{1}{\text{MPa}}$; issiqlikdan kengayish harorat koeffitsiyenti

$$\beta_t = 8 \cdot 10^{-9} \frac{1}{\text{m}^2}$$

Yechimi:

Siqilish va haroratdan kengayish formulalaridan foydalanib quyidagilarni yozamiz:

$$\beta_w = \frac{W_1}{W} \cdot \frac{1}{P_1} \rightarrow \frac{W_1}{W} = \beta_w P_1$$

$$\beta_t = \frac{W_1}{W} \cdot \frac{1}{t_1} \rightarrow \frac{W_1}{W} = \beta_t t_1$$

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

$$\beta_w P_1 = \beta_t t_1$$

$$P_1 = \frac{\beta_t}{\beta_w} \cdot t_1 = 312 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

2-masala. Diametri $D = 2,0 \text{ m}$ ga teng bo'lgan silindrsimon bakka $H = 1,5 \text{ m}$ gacha suv va benzin quyilgan. Pezometrdagi suv sathi benzin sathidan $h = 300 \text{ mm}$ past. Bakdag'i benzin og'irligini aniqlang, benzin zichligi $\rho = 700 \text{ kg/m}^3$ (1-rasm).

Yechimi:

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

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

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

Tenglamaning o'ng tomonlari ni tenglashtirib, h ni aniqlaymiz:

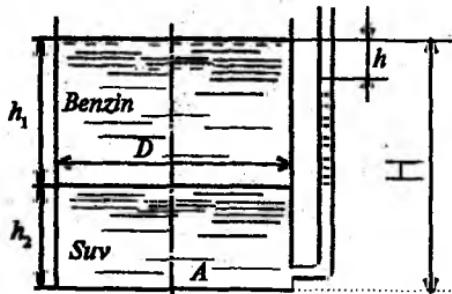
$$\rho_b g h_1 + \rho g h_2 = \rho g (H - h)$$

Ma'lumki,

$$h_1 + h_2 = H; h_2 = H - h_1$$

u holda

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



1- rasm.

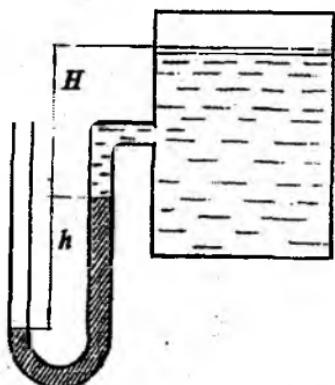
$$h_1 = \frac{\rho g h}{\rho g - \rho_a g} = \frac{\rho h}{\rho - \rho_a} = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,3 \text{ m}}{300 \text{ kg/m}^3} = 1,0 \text{ m}$$

2. Bakdag'i benzin og'irligi:

$$G = \rho_a g W = \rho_a g \frac{\pi d^2}{4} \cdot h_1 = 22 \text{ kH}$$

3- masala. Idishdagi havoning absolyut bosimini aniqlash kerak, agar simobli asbobning ko'rsatishi $h = 363 \text{ mm}$, balandligi $H = 1,0 \text{ m}$ bo'lsa. Simobning zichligi $\rho_c = 13600 \text{ kg/m}^3$. Atmosfera bosimi 736 mm simob ustuniga teng (2-rasm).

Yechimi:



2- rasm.

1. (1.2) formuladan C nuqtadagi bosim

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

2. Suyuqlik sathidagi bosim

$$P_0 = P_c - \rho g H = P_a - \rho g h - \rho g H =$$

$$= 39952 \text{ kH/m}^2 \approx 40 \text{ kPa}$$

4- masala. $H = 5 \text{ m}$ chuqurlikka o'rnatilgan rezervuardagi absolyut bosimni aniqlash kerak, agar $h = 1,7 \text{ m}$ balandlikda qo'yilgan vakuummetrning ko'rsatishi $P_v = 0,12 \text{ mPa}$ bo'lib, atmosfera bosimi $h_a = 740 \text{ mm}$ cimob ustuniga va benzin zichligi $\rho_b = 700 \text{ kg/m}^3$

bo'lsa (3-rasm).

Yechimi:

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

$$P = P_a - P_v$$

$$P = P_a - P_v = 0,8 \text{ at} = 0,08 \text{ MPa}$$

2. C nuqtadagi absolyut bosimni quyidagi formula yordamida hisoblaymiz:

$$P_c = P_a + \rho g (H + h) = 1,26 \text{ at.}$$

Masalalar:

1. Idish tubidagi to'la gidrostatik bosimni toping. Idishning usti ochiq bo'lib, uning erkin sirtidagi bosim atmosfera bosimiga teng.

Aniqlangan gidrostatik bosimni har xil birliklarida ifodalang
 (1-jadvaldan foydalaniib).

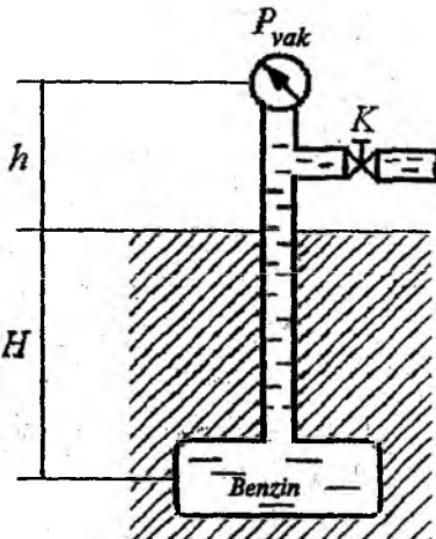
2. Yopiq idishga o'rnatilgan pezometrdagi suyuqlik sathini h toping.
 Suv sathidagi absolyut bosim: $P = 1,06$ at; $h_1 = 60$ sm; $P_a = 760$ mm
 simob ustuniga teng (1.1-rasm).

3. Idishdagi suv sathidagi bosimni aniqlang. Pezometrdagi suyuqlik
 balandligi $h = 70$ sm, $h_1 = 40$ sm,
 $P_a = 100$ kPa (1.1-rasm).

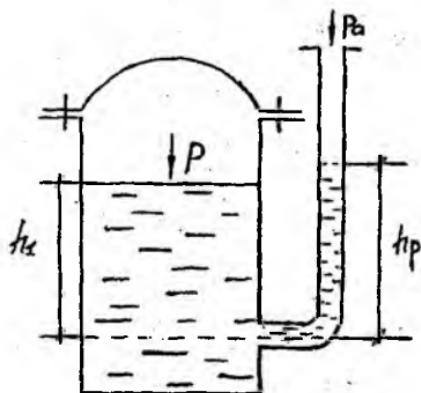
4. Balondagi -V vakuum va abso-
 lyut bosimni toping. Vakuummetrning
 ko'rsatishi $h = 0,7$ m suv ustuniga teng
 (1.2-rasm).

5. V-idishdagi vakuummetrik bosim
 $P_B = 0,5$ at; suyuqlikning zichligini
 aniqlang, agar $h = 0,7$ m; $P_a = 760$ mm
 simob ustuniga teng bo'lsa (1.2-rasm).

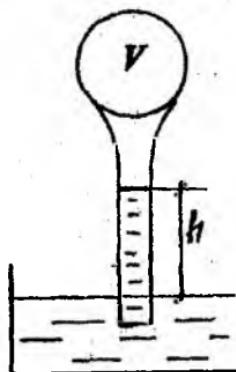
6. V-idishdagi vakuummetrik bosim
 $P_B = 0,3$ at bo'lsa h ni aniqlang (1.2-
 rasm).



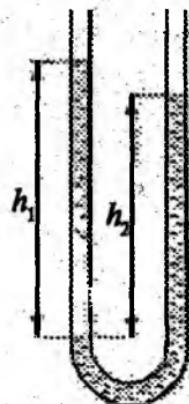
3- rasm.



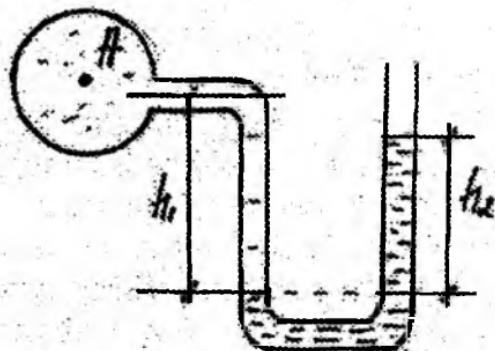
1.1- rasm.



1.2- rasm.



1.3- rasm.



1.4- rasm.

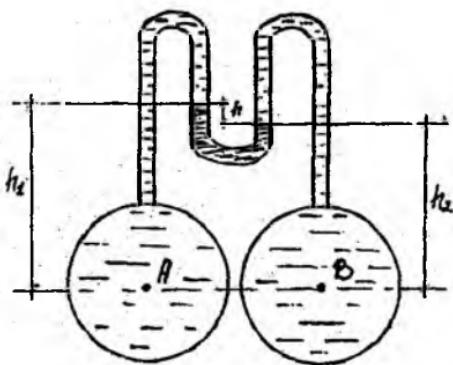
7. U – shakldagi idishga benzin va suv quyilgan. Agar $h_1 = 70$ sm; $h_2 = 50$ sm bo'lsa, benzin zichligini aniqlang (1.3-rasm).

8. A truboprovoddagi suvning manometrik bosimini toping. Pezometrdagi simob ustuni balandligi $h_2 = 25$ sm va $h_1 = 40$ sm. (1.4- rasm).

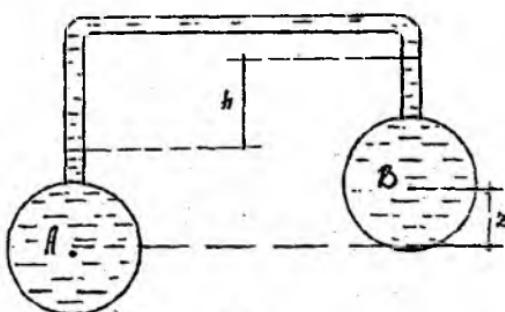
9. A truboprovoddagi manometrik bosim $P_a = 200$ kPa bo'lsa, h_2 ni aniqlang (1.4-rasm).

10. Differensial manometr yordamida suv bilan to'ldirilgan 2 ta truboprovoddagi (A va B nuqtalardagi) bosimlar farqini toping. Simob ustuni balandligi $h_1 - h_2 = h = 20$.

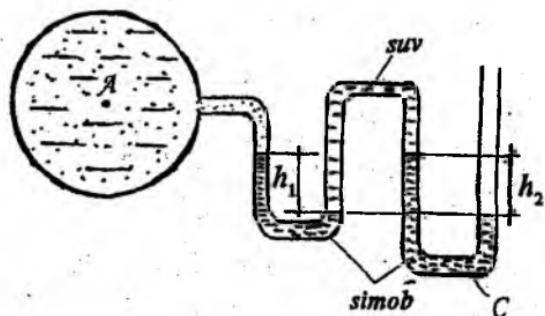
11. Agar A va B nuqtalardagi bosimlar farqi $P_A - P_B = 20$ kPa bo'lsa, h ni aniqlang. (1.5-rasm).



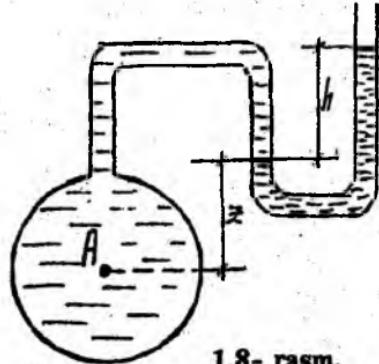
1.5- rasm.



1.6- rasm.



1.7- rasm.



1.8- rasm.

12. Sxemada keltirilgan A va V idishlardiagi bosimlar farqi $P_A - P_V = 840 \text{ N/m}^2$. Idishlar suv bilan to'ldirilgan, $Z = 40 \text{ sm}$. h ni aniqlang (1.6-rasm).

13. Yuqoridagi masalada, agar $Z = 0$ bo'lsa, h miqdori qanchaga o'zgaradi? (1.6-rasm).

14. A idishdagi manometrik bosim $0,5$ atmosferaga, $h_1 = 55 \text{ sm}$ ga teng bo'lsa, h_2 ni aniqlang (1.7-rasm).

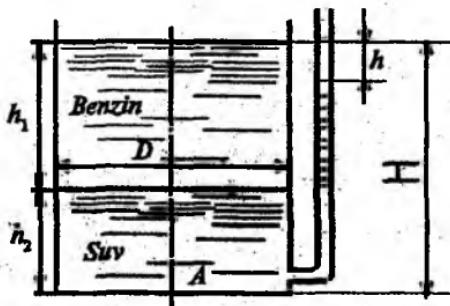
15. Agar $h_1 = 60 \text{ sm}$, $h_2 = 40 \text{ sm}$ bo'lsa, A idishdagi absolyut bosim va manometrik bosimini aniqlang (1.7-rasm).

16. Quvurdagi manometrik bosim $P_A = 40 \text{ kN/m}^2$, $h = 24 \text{ sm}$ bo'lsa, z ning qanday balandligida tizim muvozanat holatiga keladi (1.8-rasm).

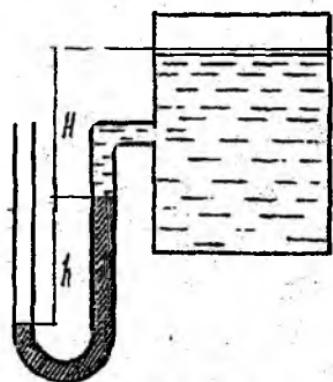
17. Agar $h = 30 \text{ sm}$; $z = 40 \text{ sm}$ bo'lsa, quvurdagi bosim miqdorini aniqlang (1.8-rasm).

18. Diametri $D = 2,0 \text{ m}$ ga teng bo'lgan silindrsimon bakka $H = 2,0 \text{ m}$ gacha suv va benzin quyilgan pezometrdagi suv sathi va benzin og'irligini aniqlang $h_1 = 1,2 \text{ m}$ (1.9-rasm).

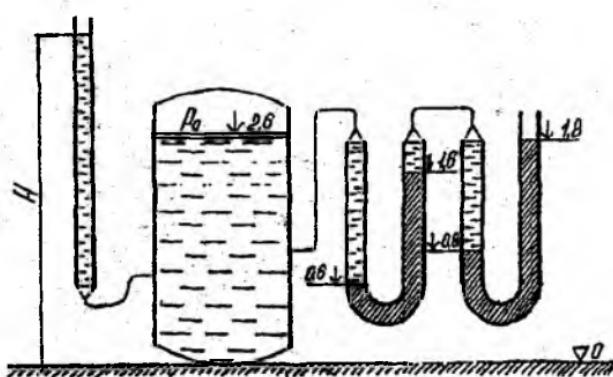
19. Yuqoridagi masalada agar bakki suv og'irligi $G = 3000 \text{ kg}$ bo'lsa, h ni aniqlang.



1.9- rasm.



1.10- rasm.



1.11- rasm.

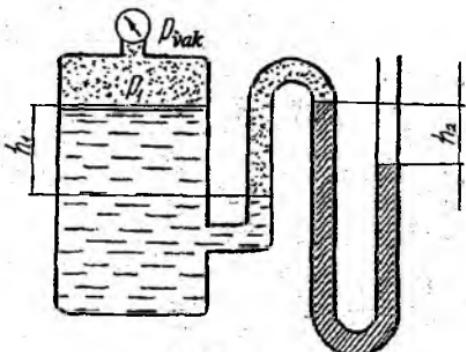
20. Yuqoridagi masalada pezometrdagi suv sathi benzin sathidan $h = 200 \text{ mm}$ past. Agar benzin zichligi $\rho_b = 700 \text{ kg/m}^3$ bo'lsa, bakdag'i benzin og'irligini aniqlang (1.9-rasm).

21. Agar simobli manometrning ko'rsatishi $h = 366 \text{ mm}$, $H = 1.0 \text{ m}$ bo'lsa idishdagi havoning bosimini aniqlang. Atmosfera bosimi 736 mm simob ustuniga teng (1.10-rasm).

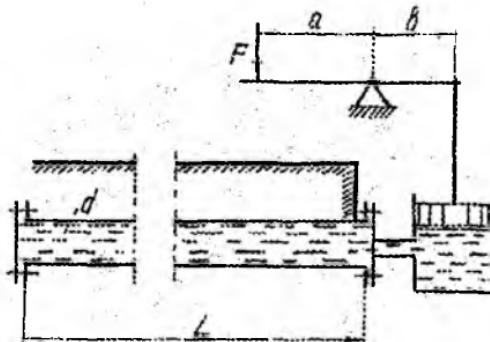
22. Suv sathidagi absolut bosim $P_0 = 140 \text{ kPa}$ bo'lsa, h ni aniqlang (1.10-rasm).

23. Idishdagi havo bosimini va pezometrdagi suv sathini aniqlang. Idishga U shaklidagi simobli manometr ulangan (1.11-rasm).

24. Idishdagi havo bosimini va vakuummetr ko'rsatishini aniqlang, agar suv idishga simobli manometr ulangan bo'lib $h_2 = 200 \text{ mm}$ va $h_1 = 300 \text{ mm}$ bo'lsa (1.12-rasm).



1.12- rasm.



1.13- rasm.

25. Quvurdagi bosimni 0 dan 1,5 MPa gacha oshirish uchun, porshenli nasosdagi suv hajmini qanchaga oshirish kerak (suvinning siqilish moduli $K = 2500$ MPa).

Quvur o'chamlari: $L = 500$ m, $d = 100$ m bo'lsa. Richakga qo'yilgan F -kuchni aniqlang, agar porshen diametri $d = 50$ mm va $a/b = 5$ bo'lsa. (1.13-rasm)

2. IXTIYORIY TEKIS SHAKLGA TA'SIR ETAYOTGAN GIDROSTATIK BOSIM KUCHI

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

1. Analitik usul.
2. Grafoanalitik usul.

2.1. Analitik usul

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

$$F = P_c \cdot \omega \quad (2.1)$$

bu yerda: P_c – shakl og'irlilik markaziga qo'yilgan bosim; ω – shaklning yuzasi.

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

miqdori; yo'nalishi; qo'yilgan nuqtasi.

Kuchning miqdorini (2.1) formula yordamida, yo'nalishini gidrostatik bosimning xossasidan (II), (ya'ni gidrostatik bosim kuchi ta'sir etayotgan yuzaga tik yo'nalgan), aniqlaymiz.

2.2 Bosim markazini aniqlash

Kuchning qo'yilgan nuqtasi analitik usulda, Varinon teoremasidan foydalaniib quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$z_D = z_c + \frac{J_0}{z_c \omega} \quad (2.2)$$

Bu yerda: z_D – kuch qo'yilgan nuqtaning koordinatasi; J_0 – inersiya momenti, z_c – og'irlik markazining koordinatasi.

Gidrostatik bosim kuchi qo'yilgan nuqtaga *bosim markazi* deyiladi.

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

$$h_D = h_c + \frac{J_0}{h_c \omega} \quad (2.3)$$

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

$$h_D = h_c \quad (2.3)$$

Endi (2.1), (2.2) va (2.3) formulalardan foydalanib masalalar yechish tartibini ko'ramiz:

1- masala. Rezervuar qopqog'iga (AB) ta'sir etayotgan bosim kuchini va bosim markazini aniqlang, agar qopqoq o'lchamlari $a = 1,0$ m; $b = 1,2$ m; suyuqlik zichligi $\rho = 700$ kg/m³ va rezervuarga o'rnatilgan manometrning ko'rsatishi $P_m = 0,08$ MPa; $N_0 = 1,5$ m bo'lsa (1-rasm).

Yechimi:

2. Tekis shakl og'irlik markaziga qo'yilgan bosimni aniqlaymiz:

(1.2) formuladan ixtiyoriy nuqtadagi bosim:

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

bu yerda: P_0 – tashqi bosim, $P_0 = P_m + R_a$.

U holda

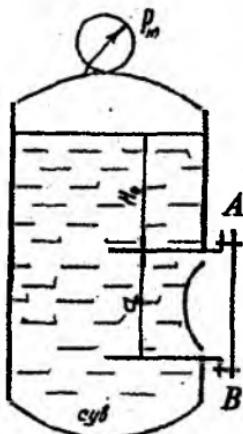
$$P_c = P_m + P_a + \rho g \left(H_0 + \frac{a}{2} \right)$$

3. Tekis shakl yuzasini aniqlaymiz:

$$\omega = ba$$

4. Gidrostatik bosim kuchini (1.2)dan aniqlaymiz:

$$F = P_c \cdot \omega = \left[P_m + P_a + \rho g \left(H_0 + \frac{a}{2} \right) \right] \cdot ab$$



1- rasm.

Berilgan qiymatlarni qo'yib, gidrostatik bosim kuchini hisoblaymiz:

$$F = \left[0,08 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (1,5 \text{ m} + 0,5 \text{ m}) \right] \cdot 1,2 \text{ m}^2 =$$

$$= 232800 \text{ N} = 233 \text{ kN}$$

5. Bosim markazini aniqlaymiz:

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

Bu yerda:

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

u holda, berilgan qiymatlarni qo'yib h_D ni aniqlaymiz:

$$h_D = \left(H_0 + \frac{a}{2} \right) + \frac{\frac{ba^3}{12}}{\left(H_0 + \frac{a}{2} \right) ba} = 2 + \frac{1}{24} = 2,06 \text{ m}$$

Endi bosim markazini aniqlashni boshqa hollarda ham ko'ramiz (2-rasm).

1. Agar idish devori burchak ostida joylashgan bo'lsa z_D ni aniqlaymiz:
bu yerda: $H_0 = 1,5$

$$a = 1,4 \text{ m}$$

$$b = 1,2 \text{ m}$$

$\alpha = 60^\circ$ bo'lib, bosim markazini aniqlash kerak bo'lsin:

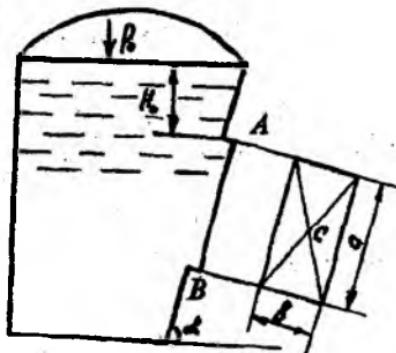
$$z_D = z_c + \frac{J_0}{z_c \omega}$$

u holda

$$h_D = z_D \cdot \sin \alpha = 2,17 \text{ m}$$

Bunday hollarda bosim markazini aniqlashning bir qulay usuli bor (Mazkur usul muallif tomonidan taklif qilingan). Burchak ostida joylashgan tekis shakl vertikal tekislikka proyeksiyalanib, bosim markazi (2.3) formula bilan hisoblanadi:

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



2- rasm.

Bu yerda: J_0^1 – tekis shakl proyeksiyasining inersiya momenti;

ω_1 – tekis shaklning vertikal tekislikka proyeksiyasi.

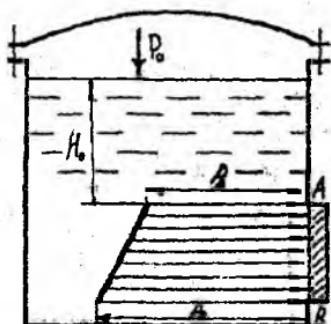
U holda

$$h_D = 2,17 \text{ m}$$

2.3 Grafoanalitik usul

Bu usulni yuqoridagi masala asosida tushuntiramiz:

1. Masshtab bilan bosim epyurasini (3- rasm) chizamiz. A nuqtadagi bosim:



3- rasm.

$$P_A = P_0 + \rho g H_0$$

B nuqtadagi bosim:

$$P_B = P_0 + \rho g (H_0 + a)$$

2. Gidrostatik bosim kuchi bosim epyurasining hajmiga teng:

$$F = W_{B,E} = \omega_{B,E} b$$

Bu yerda: $\omega_{B,E}$ – bosim epyurasining yuzasi, bizning misolda quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega_{B,E} = \frac{(P_A + P_B)}{2} a$$

u holda gidrostatik bosim kuchi

$$F = \left(\frac{P_A + P_B}{2} \right) ab = \left(\frac{190,5 \cdot 10^3 + 198,4 \cdot 10^3}{2} \right) \cdot 1,2 \cdot 1 = 233 \text{ kN}$$

2.4 Bosim markazini aniqlash

Grafoanalitik usulda bosim markazini aniqlashda bir qulaylik bor. Chunki gidrostatik bosim kuchining ta'sir chizig'i bosim epyurasining og'irlilik markazidan o'tadi. Demak, bosim markazini aniqlash uchun bosim epyurasining og'irlilik markazini aniqlash kifoya. Biz ko'rayotgan misolda nazariy mexanika kursidan ma'lum bo'lgan usuldan foydalanib, bosim epyurasining og'irlilik markazini aniqlaymiz. Yuqorida ko'rligan misolda bosim epyurasi trapesiya shaklida edi. Trapesianing og'irlilik markazini quyidagicha topamiz:

1. Masshtab bilan bosim epyurasi chiziladi. (4-rasm).

2. BK – kesmani olib, AL – kesmasini to'ldiramiz, AL – kesmani olib, BK – kesmasini to'ldiramiz, natijada AK' va KA' kesmalarini hosil qilamiz.

3. A' va K' nuqtalarni tutash-tiramiz.

4. AL – kesmasini o'rtasi M nuqtani, VK – kesmasining o'rtasi N – nuqtani aniqlab, bu nuqtalarni tutashtiramiz.

$A'K'$ va MN – chiziqlar 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.

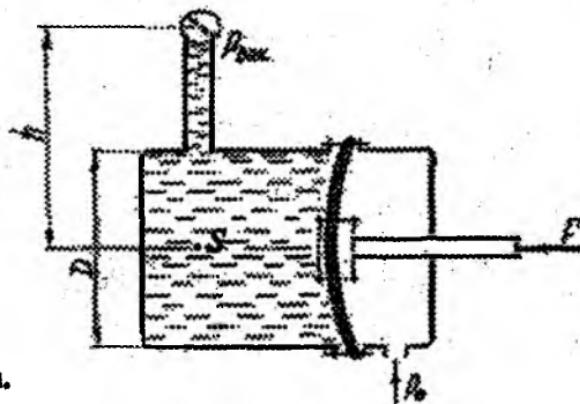
Masalalarni echishga doir ko'rsatma:

Masala. 1. Egiluvchan diafragmaning shtokiga qo'yilgan Fkuchni aniqlang. Agar uning diametri $D = 200$ mm bo'lib, vakuuummetr ko'rsatishi $P_b = 0,05$ mPa, balandlik $h = 1,0$ m ga teng bo'lsa (5-rasm).

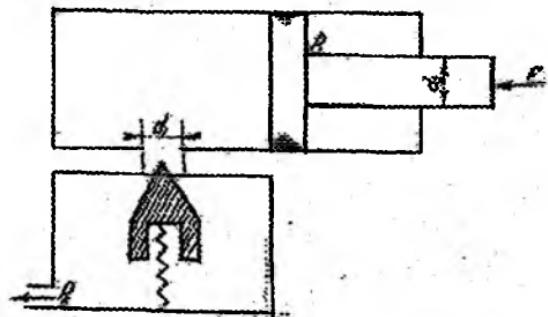
Yechimi:

1. C nuqtadagi bosim

$$P_c = \rho gh - P_b = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m} - 50 \text{ kPa} = -40 \text{ kPa}.$$



5- rasm.



6- rasm.

Jinadagi bikirlik kuchi $F_0 = 100 \text{ H}$ bo'lib, bosimi $P_2 = 0,2 \text{ mPa}$ bo'lsa (6-rasm). Klapan teshigining diametri $d_1 = 10 \text{ mm}$, shtokning diametri $d_2 = 40 \text{ mm}$ va gidrosilindr shtoki tomonidagi bosim $P_1 = 1,0 \text{ mPa}$ ga teng deb qaralsin.

Yechimi:

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

$$F = F_0 + P_2 S_1 ; \quad S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} .$$

U holda

$$F = F_0 + P_2 \cdot 0,785 d_1^2 .$$

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

$$P_0 \cdot S_0 - P_1 \cdot S_1 - F_1 = 0$$

Bu yerda: S_0 — porshenning yuzasi;

$$S_1 = S_0 - S_2 = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d_2^2}{4} = 0,785 (D^2 - d_2^2)$$

$$P_0 = \frac{\rho}{S_0} = 1470678 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} .$$

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

$$F_1 = F - P_1 \cdot 0,785 (D^2 - d^2) = 3629 \text{ N} = 3,63 \text{ kN} .$$

Javobi: $F_1 = 3,63 \text{ kN}$.

2. Diafragmaning shtokiga qo'yilgan kuch

$$F = P_C \omega = -40 \text{ kPa} \cdot 0,485 D^2 =$$

$$= -1,26 \text{ kN} .$$

Javobi: $F = -1,26 \text{ kN}$

3. Diametri $D = 80 \text{ mm}$ bo'lgan porshenning shtokiga qo'yilgan F kuchning minimum miqdorini aniqlang, agar klapanga o'rnatilgan pru-

jinadagi bikirlik kuchi $F_0 = 100 \text{ H}$ bo'lib, bosimi $P_2 = 0,2 \text{ mPa}$ bo'lsa

(6-rasm). Klapan teshigining diametri $d_1 = 10 \text{ mm}$, shtokning dia-

metri $d_2 = 40 \text{ mm}$ va gidrosilindr shtoki tomonidagi bosim $P_1 = 1,0 \text{ mPa}$

ga teng deb qaralsin.

Yechimi:

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

$$F = F_0 + P_2 S_1 ; \quad S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} .$$

U holda

$$F = F_0 + P_2 \cdot 0,785 d_1^2 .$$

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

$$P_0 \cdot S_0 - P_1 \cdot S_1 - F_1 = 0$$

Bu yerda: S_0 — porshenning yuzasi;

$$S_1 = S_0 - S_2 = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d_2^2}{4} = 0,785 (D^2 - d_2^2)$$

$$P_0 = \frac{\rho}{S_0} = 1470678 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} .$$

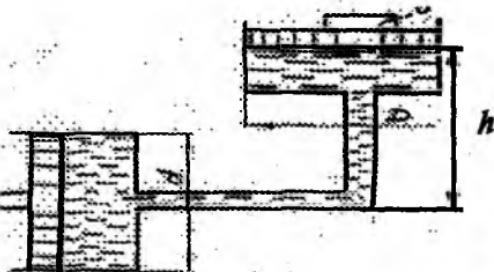
Hadlarni tuzilgan tenglamaga qo'yib, kuchning son qiymatini hisoblaymiz:

$$F_1 = F - P_1 \cdot 0,785 (D^2 - d^2) = 3629 \text{ N} = 3,63 \text{ kN} .$$

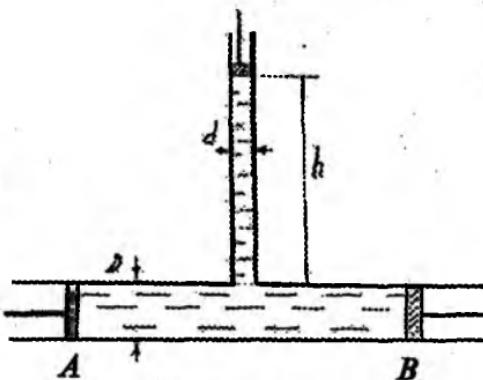
Javobi: $F_1 = 3,63 \text{ kN}$.

MASALALAR:

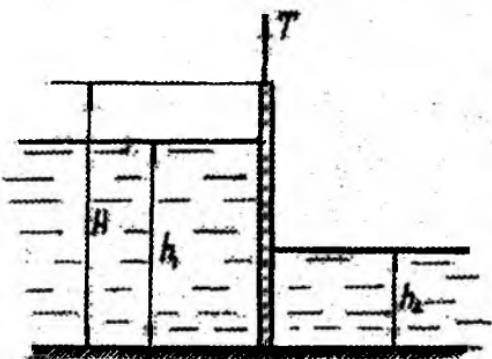
1. Tizim muvozanatda bo'lishi uchun katta porshenga qanday P_2 kuch qo'yilishi kerak? $P_1 = 147 \text{ N} = 15 \text{ kG}$. Porshenlar diametri $D = 300 \text{ mm}$, $d = 50 \text{ mm}$. Sathlar farqi $h = 30 \text{ sm}$. Naylar suv bilan to'ldirilgan (2.1- rasm).
2. Agar naylar simob bilan to'ldirilgan bo'lsa, P_2 ning miqdorini aniqlang (2.1- rasm).
3. Agar katta porshenga qo'yilgan kuch $F_2 = 50 \text{ kN}$, kichik porshenga qo'yilgan kuch $F_1 = 20 \text{ kN}$ bo'lsa, tizim muvozanatda bo'lishi uchun h ni aniqlang. Naylar suv bilan to'ldirilgan (2.1- rasm).
4. Rasmda ko'rsatilganidek $D = 500 \text{ mm}$ li quvur $d = 100 \text{ mm}$ li quvurga ulangan. Suv ustuning balandligi $h = 80 \text{ sm}$. Quvurlarga porshen o'matilgan. Tizim muvozanatda bo'lishi uchun S porshenga $F_1 = 9,81 \text{ N}$ kuch qo'yilgan bo'lsa, A va B porshenlarga qanday F_2 kuch qo'yilishi kerak. Porshen va quvur orasidagi ishqalanish hisobga olinmasin (2.2- rasm).
5. Agar porshenlarga qo'yilgan kuchlar $F_2 = 60 \text{ kN}$; $F_1 = 20 \text{ kN}$ bo'lsa, h ni miqdorini aniqlang (2.2- rasm).
6. Suvning chuqurligi yuqori b'efda $h_1 = 3 \text{ m}$, pastki b'efda esa $h_2 = 1,2 \text{ m}$. Darvozaning eni $B = 4 \text{ m}$ va balandligi $N = 3,5 \text{ m}$. Bosim markazi va tekis to'g'ri burchakli darvozaga ta'sir etayotgan gidrostatik



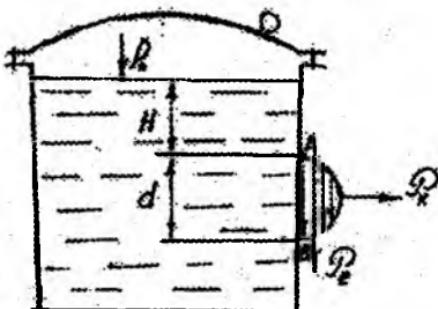
2.1- rasm.



2.2- rasm.



2.3- rasm.

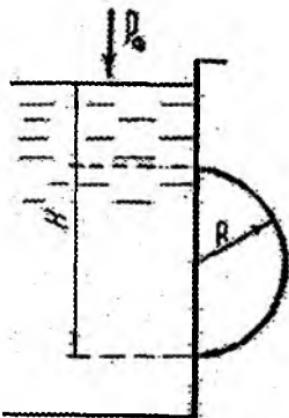


2.4- rasm.

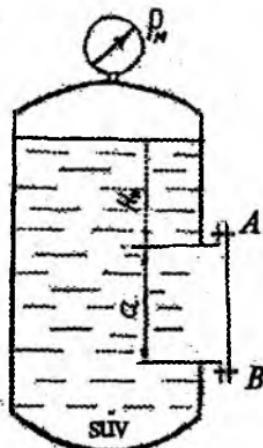
bosim kuchini toping. Masalani analitik va grafoanalitik usullar bilan eching (2.3- rasm).

7. Agar darvoza qalinligi $0,3\text{ m}$, darvoza materialining hajmiy og'irligi $\gamma_D = 1,2 \cdot 10^4$ va ishqalanish koefitsiyenti $f = 0,5$ bo'lsa darvozaning boshlang'ich ko'tarish kuchi T topilsin (2.3-rasm).

8. Radiusi $r = 0,5\text{ m}$ bo'lgan yarim shar shakldagi qopqoqning ochilish kuchini toping. Manometrning ko'rsatishi $P_m = 26847 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,27 \frac{\text{kgk}}{\text{sm}^2}$, $h = 1,2\text{ m}$ (2.4- rasm).



2.5- rasm.



2.6- rasm.

9. Benzin rezervuarining yon tomoniga o'rnatilgan qopqog'i yarim sfera shaklida. Agar $H = 2,0$ m; $d = 0,5$ m; $\rho = 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $P_0 = 102 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ bo'lsa, rezervuar qopqog'iga ta'sir etayotgan hidrostatik bosim kuchini hisoblang (2.5- rasm).

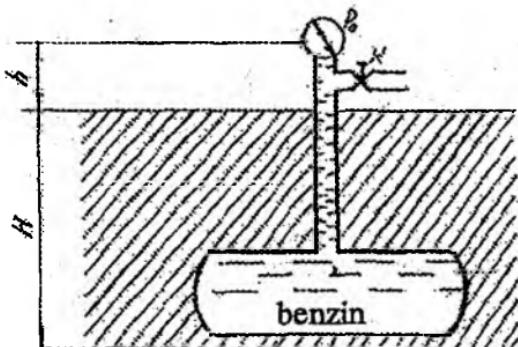
10. Agar qopqoq o'lchamlari $a = 1,0$ m, $b = 1,2$ m, suyuqlik zichligi $\rho = 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ga, rezervuarga o'rnatilgan monometrning ko'rsatishi $P_M = 0,08$ mPa va $H_0 = 1,5$ m bo'lsa, rezervuar qopqog'iga (AB) ta'sir etayotgan bosim kuchini va bosim markazini aniqlang (2.6- rasm).

11. Doira shaklidagi ($d = 1,0$ m) rezervuar qopqog'iga ta'sir etayotgan kuch $F_2 = 20$ kN, $H_0 = 2,0$ m, suyuqlik zichligi $\rho = 850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ bo'lsa, suyuqlik sathidagi bosimni va manovakuummetr ko'rsatishini aniqlang (2.6- rasm).

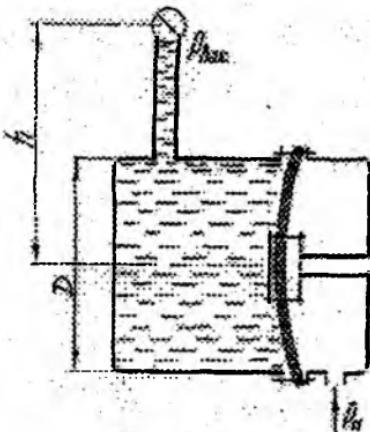
12. Agar $h = 1,7$ m balandlikda qo'yilgan vakuummetrning ko'rsatishi $P_v = 0,02$ mPa, atmosfera bosimi $h_0 = 740$ mm simob ustuniga teng bo'lsa, $H = 5$ m chucurlikda joylashgan rezervuardagi absolyut bosimni aniqlang (2.7- rasm).

13. Agar rezervuardagi benzin absolyut bosimi $P_s = 145$ kPa, $h = 2,0$ m, vakuummetr ko'rsatishi $P_v = 0,03$ mPa, atmosfera bosimi $P_a = 1$ at bo'lsa, rezervuar o'rnatilgan chucurlik H aniqlansin (2.7- rasm).

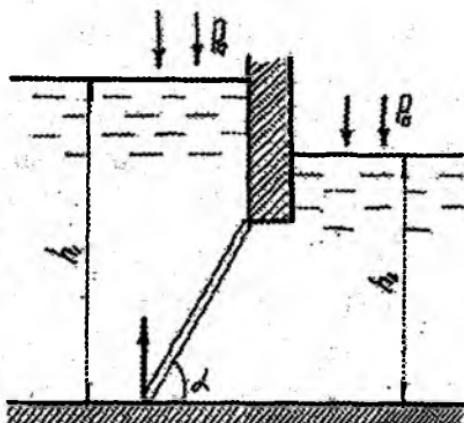
14. Diametri $D = 200$ mm, vakuummetr ko'rsatishi $P_v = 0,05$ mPa, balandlik $h = 1,0$ m ga teng bo'lsa, egiluvchan diafragmaning shtokiga qo'yilgan kuchni aniqlang (2.8- rasm).



2.7- rasm.



2.8- rasm.



2.9- rasm.

15. Egiluvchan diafragmaning shtokiga qo'yilgan kuch $1,26 \text{ kN}$. Agar uning diametri $D = 200 \text{ mm}$, $h = 2,0 \text{ m}$ bo'lsa, vakuummetr ko'rsatishi P_B aniqlansin (2.8- rasm).

16. Eni $b = 2 \text{ m}$ bo'lgan to'rburchak darvozani ushlab turadigan trosning tortish kuchini quyidagi hollarda aniqlang (2.9-rasm):

- 1) Agar $h_1 = 1,8 \text{ m}$, $h_2 = 0$; $\alpha = 60^\circ$;
- 2) $h_1 = 3,0 \text{ m}$, $h_2 = 2,0 \text{ m}$, $\alpha = 45^\circ$ bo'lsa;

Eslatma: Darvoza og'irligi hisobga olinmasin.

17. To'g'onning 1 m eniga quyilgan gorizontall va vertikal kuchlarni toping. Agar a) $h = 3 \text{ m}$; $L_1 = 1 \text{ m}$; $L_2 = 2,2 \text{ m}$; b) $h = 2,0 \text{ m}$; $L_1 = 0$; $L_2 = 2,2 \text{ m}$.

3. EGRI SIRTGA TA'SIR ETAYOTGAN GIDROSTATIK BOSIM KUCHI

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

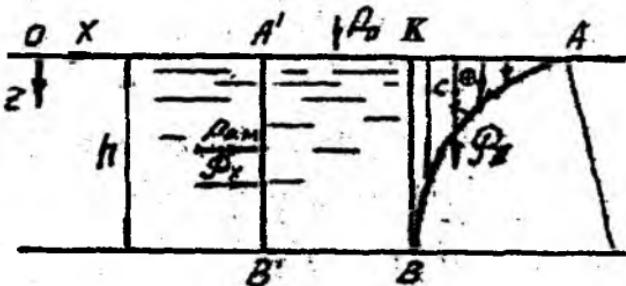
Faraz qilamizki, eni b ga teng bo'lgan, AB egri sirt berilgan bo'lib, shu sirtga ta'sir etayotgan bosim kuchi aniqlansin (1-rasm).

Bu masalani quyidagi tartibda yechamiz:

1. Egri sirtga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini ikkita (gorizontal \mathcal{P} va vertikal \mathcal{P}) tashkil etuvchilarga ajratamiz.

2. Kuchning gorizontal tashkil etuvchisi \mathcal{P} ni aniqlaymiz:

a) Egri sirt AB ni vertikal tekislikka proyeksiyalaymiz, natijada $A'B'$ tekis shakl hosil bo'ladi;



1- rasm.

b) P_x — xuddi tekis shaklga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchiday hisoblanadi:

$$P_x = P_{o.M.} \cdot \omega'$$

Bu yerda: $P_{o.M.}$ — egri sirt proyeksiyasining og'irlilik markaziga qo'yilgan bosim;

ω' — egri sirt vertikal proyeksiyasining yuzasi.

3. Kuchning vertikal tashkil etuvchisi P ni aniqlaymiz. Kuchning vertikal tashkil etuvchisi bosim tanasining og'irligiga teng:

$$P = \gamma \cdot W_{s.t.}$$

bu yerda: $W_{s.t.}$ — bosim tanasining hajmi; γ — suyuqlikning solishtirma og'irligi.

4. Silindrik sirtga ta'sir etayotgan to'la gidrostatik bosim kuchini quyidagicha aniqlaymiz:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2};$$

5. Kuchning yo'nalishini aniqlaymiz:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P_z}{P_x}; \quad \alpha = \operatorname{arctg} \frac{P_z}{P_x}$$

3.1. Bosim tanasini aniqlash

Bosim tanasini quyidagi tartibda aniqlaymiz. Egri sirt AV ning chekkalaridan suyuqlik erkin sathini (yoki uning davomini) kesguncha vertikal tekisliklar o'tkazamiz. U holda egri sirt AV , vertikal tekislik — BK va suyuqlik sathi (yoki davomi) bilan chegaralangan hajmga bosim tanasi deyiladi.

Bosim tanasi agar ho'llangan bo'lsa, musbat ishora bilan olinadi, agar ho'llanmagan bo'lsa, manfiy ishora bilan olinadi.

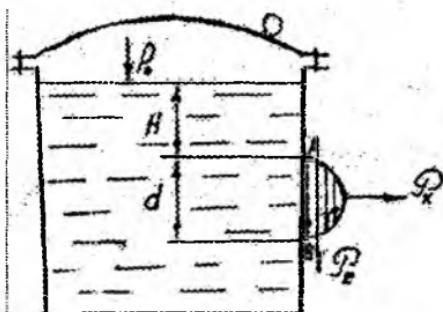
C — bosim tanasining og'irlik markazi.

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

Masalalarni yechishga doir ko'rsatma

Masala. Benzin rezervuarining yon tomoniga o'matilgan qopqog'i yarim sfera shaklida (2- rasm). Rezervuar qopqog'iga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini hisoblash kerak, agar

$$H = 2,0 \text{ m}; d = 0,5 \text{ m}; \rho = 700 \text{ kg/m}^3; P_0 = 102 \text{ kPa} \text{ bo'lsa.}$$



2- rasm.

Yechimi:

1. Kuchning gorizontal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_x ni aniqlaymiz:

$$\mathcal{P}_x = P_{o.m.} \cdot \omega';$$

bu yerda:

$$P_{o.m.} = P_0 + \gamma \left(H + \frac{d}{2} \right);$$

$$\omega' = \frac{\pi d^2}{4}; \quad \mathcal{P}_x = 23 \cdot 10^6 \text{ N.}$$

2. Kuchning vertikal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_z ni aniqlaymiz:

$$\mathcal{P}_z = \gamma \cdot W_{o.m.};$$

bu yerda $W_{o.m.}$ — bosim tanasining hajmi — sferaning yarim hajmiga teng;

$$W_{b.t.} = \frac{2}{3} \pi \left(\frac{d}{2} \right)^3;$$

u holda

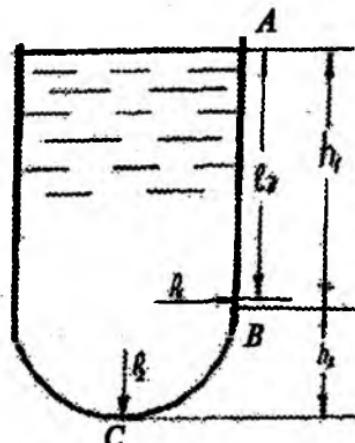
$$\mathcal{P}_z = 226 \text{ N} \approx 0,23 \text{ kN};$$

To'la gidrostatik bosim:

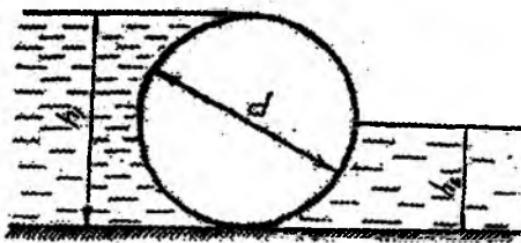
$$\mathcal{P} = 23,1 \text{ kN.}$$

MASALALAR

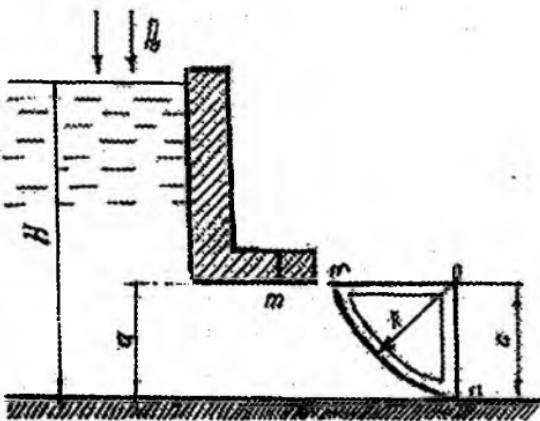
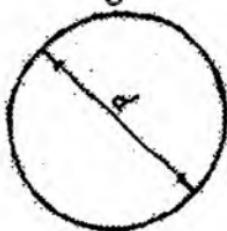
1. Tubi yarim shar shaklidagi silindrik rezervuarga neft quyilgan. Agar $d = 4,0 \text{ m}$; $h_1 = 4,0 \text{ m}$; $h_2 = 2 \text{ m}$ bo'lsa:



3.1- rasm.



3.2- rasm.



3.3- rasm.

a) Rezervuar tubiga ta'sir etayotgan manometrik bosim kuchini aniqlang;

b) ABC - devorga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini aniqlang (3.1-rasm).

2. Diametri $D = 2 \text{ m}$ va uzunligi $L = 5 \text{ m}$ bo'lgan silindrik darvozaga ta'sir etayotgan kuchning miqdori va yo'nalishini aniqlang. Agar:
a) $h_1 = 3,0 \text{ m}$, $h_2 = 1 \text{ m}$; b) $h_1 = 4,0 \text{ m}$, $h_2 = 2,0 \text{ m}$ (3.2-rasm).

3. Segmentli darvoza bilan oqim to'silgan. Darvoza oldidagi suv sathi $H = 7 \text{ m}$, $a = 3 \text{ m}$, darvoza eni $b = 4 \text{ m}$, radiusi $R = 4 \text{ m}$. Darvozaga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini aniqlang (3.3-rasm).

4. JISMLARNING SUYUQLIKDAGI MUVOZANATI

4.1. Arximed qonuni

Suyuqlikdagi har qanday jisnga ikki kuchi ta'sir qiladi: og'irlik kuchi — G va Arximed kuchi F

$$\left. \begin{array}{l} G = \gamma_j \cdot W \\ F = \gamma \cdot W_0 \end{array} \right\} \quad (4.1)$$

bu yerda: γ_j , γ — qattiq jismning va suyuqlikning mos ravishda solishtirma og'irliklari;

W_0 — jism siqib chiqargan suyuqlikning hajmi.

Demak, Arximed kuchi — jism siqib chiqargan suyuqlik hajmining og'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'kkан holatda suzadi;
3. $G < F$, yoki $\gamma_j < \gamma$ — jism suyuqlik sathida, ma'lum qismi cho'kkан holatda suzadi, bu holarda quyidagi shart amal qiladi:

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

bu yerda W_0 — jism siqib chiqargan suyuqlikning hajmi.

U holda (4.2) dan

$$\frac{W_0}{W} = \frac{\gamma_j}{\gamma}$$

prizmatik jismlar uchun

$$\frac{h}{H} = \frac{\gamma_j}{\gamma}$$

bu yerda: H — jismning balandligi;

h — jismning suyuqlikda cho'kkан qismi.

Masalalarni yechishga doir ko'rsatma:

1. Quvurdagi manometrik bosim P miqdorining qaysi qiymatida K jo'mrak ochiladi, agar quvur diametri $d = 5$ mm, sharning diametri

$D = 200 \text{ mm}$ bo'lib, $b = 6 \text{ a}$ ga teng bo'lsa, shar og'irligi hisobga olinmasin (1- rasm).

Yechimi:

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

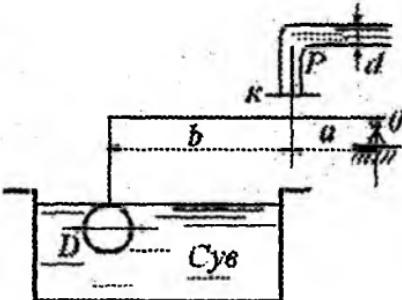
$$F_1(a + b) - F_2 \cdot a = 0.$$

Bu yerda F_1 — Arximed kuchi:

$$F_1 = \gamma \cdot W; F_2 = P \cdot \frac{\pi d^2}{4} = m \cdot 0,785d^2;$$

Aniqlangan hadlarni tenglamaga qo'yib, bosim miqdorini aniqlaymiz:

$$P = 146,496 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}.$$

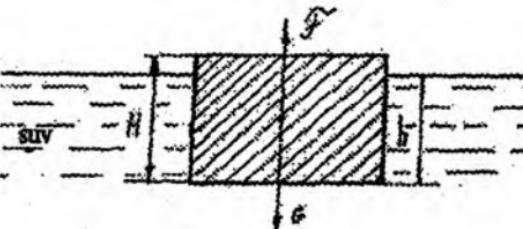


1- rasm.

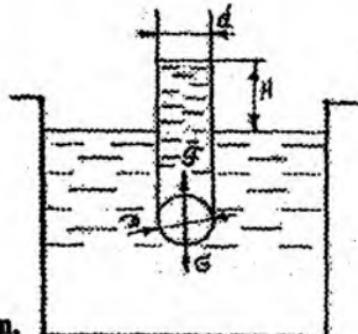
MASALALAR

1. Suvdagagi prizmasimon jismning hajmiy og'irligini aniqlang. Uning balandligi $H = 20 \text{ sm}$ va suyuqlikka cho'kkani qismi $h = 16 \text{ sm}$ (4.1-rasm).

2. Suvga to'la cho'kkani sharimon klapan diametri $d = 100 \text{ mm}$ bo'lgan quvur teshigini berkitadi. Sharning diametri $D = 150 \text{ mm}$ va massasi $m = 0,5 \text{ kg}$ bo'lsa, quvurdagi suyuqlik sathining qaysi balandligida (H) klapan ochila boshlaydi (4.2- rasm).



4.1- rasm.



4.2- rasm.

3. Quyida o'lchami ko'rsatilgan brusning hajmiy og'irligini toping:
 $b = 30 \text{ sm}$, $h = 20 \text{ sm}$, $l = 100 \text{ sm}$, suyuqlikka cho'kkani qismi $y = 16 \text{ sm}$.
4. Og'irligi 40 kN bo'lgan avtomobilni daryodan o'tkazish uchun cho'p g'o'lalardan sol qurildi. Agar g'o'lalarining diametri $d = 0,3 \text{ m}$ va uzunligi $l = 6 \text{ m}$ va zichligi $\rho_r = 800 \text{ kg/m}^3$ bo'lsa, avtomobilni soldan o'tkazish uchun necha dona g'o'la kerakligini aniqlang.
5. Temir-beton «plita» ning havodagi og'irligi 1500 kN , suvdagi og'irligi 800 kN bo'lganda, «plita»ning zichligini aniqlang.
6. O'lchamlari $60 \times 60 \times 20 \text{ sm}$ bo'lgan muz suvda suzmoqda. Muzning zichligi $\rho_r = 900 \text{ kg/m}^3$. Agar muz erisa, idishdagi suv sathi qanchaga o'zgaradi?

II. GIDRODINAMIKA

1. SUYUQLIK KINEMATIKASI

Gidravlikaning gidrodinamika bo'limida harakatdagi suyuqlik qonunlari o'rganiladi va ularning amaliyotda qo'llanishi ko'rildi.

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

Suyuqlik harakatini o'rganish ancha murakkab jarayon bo'lib, buning asosiy sabablardan biri ichki ishqalanish kuchlarini aniqlashdadir. Shuning uchun suyuqlik harakatini o'rganishda har xil model va sxemalar qabul qilingan.

Suyuqlik harakatining turlari

Suyuqlik harakatining asosiy turlarini ko'ramiz:

1. Barqaror va beqaror harakat.

Harakat davomida suyuqliknинг tezligi va bosimi vaqt davomida o'zgarib tursa, bunday harakat **beqaror harakat** deyiladi.

$$u=f(x, y, z, t)$$

$$P=f(x, y, z, t)$$

Harakat davomida suyuqliknинг tezligi va bosimi vaqt davomida o'zgarmasa, bunday harakat **barqaror harakat** deyiladi.

$$u=f(x, y, z)$$

$$P=f(x, y, z)$$

2. Tekis va notekis harakat.

Suyuqlik zarrachasining harakat yo'nalishi davomida tezligi o'zgarmasa bunday harakat **tekis harakat** deyiladi.

Suyuqlik zarrachasining harakat yo'nalishi davomida tezligi o'zgarib borsa, bunday harakat **notekis harakat** deyiladi.

3. Damli (naporli) va damsiz (nhapsiz) harakat.

Harakatdagi suyuqliq erkin sirtga ega bo'lmasa, bunday harakat **damli harakat** deyiladi.

Harakatdagi suyuqlik erkin sirtga ega bo'lsa, bunday harakat *damsiz harakat* deyiladi.

OQIMNING ASOSIY GIDRAVLIK ELEMENTLARI

Harakat kesimi — oqimga perpendikulyar yuza yoki oqim ko'nda lang kesimi yuzasi — ω .

Sarf — vaqt davomida harakat kesimidan o'tayotgan suyuqlik miqdori — Q .

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

Sarf o'chov birligi: $\frac{m^3}{s}$; $\frac{l}{s}$.

Elementar struyka (suv oqimining bo'lagi) sarfi:

$$dQ = ud\omega.$$

Oqim sarfi:

$$Q = V\omega,$$

bu yerda: W — suyuqlik hajmi; t — vaqt.

Ho'llangan perimetri — oqim va qattiq sirt chegarasi;

Turli shakidagi kanal va quvurlar uchun ho'llangan perimetri quyidagicha aniqlanadi:

To'g'ri to'rtburchak kanal uchun:

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

Trapeseidal kanal uchun:

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

Silindrik quvurlar uchun:

$$\chi = \pi d.$$

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

$$R = \frac{\omega}{x}.$$

O'rtacha tezlik — suyuqlik sarfining harakat kesimiga nisbati:

$$V = \frac{Q}{\omega} = \frac{\int ud\omega}{\omega}.$$

UZILMASLIK (BARQAROR HARAKAT) TENGLAMASI

Avval elementar struyka uchun uzilmaslik tenglamasini keltirib chiqaramiz. Elementar struyka xossalardan ma'lumki, kesimlar orqali o'tuvchi elementar sarflar teng bo'ladi:

$$dQ_1 = dQ_2$$

U holda sarfni aniqlash formulasidan:

$$dQ_1 = u_1 d\omega_1$$

$$dQ_2 = u_2 d\omega_2$$

$$u_1 d\omega_1 = u_2 d\omega_2$$

Bu ifodani elementar struykaning xohlagan kesimi uchun yozish mumkin. U holda:

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

bu elementar struyka uchun uzilmaslik tenglamasidir.

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

Bu yerda $V_1 \omega_1 = V_2 \omega_2$, yoki $V_1 \omega_1 = V_2 \omega_2 = V_3 \omega_3 = \dots V_n \omega_n = \text{const}$.

Bu ifodaga *oqim uchun uzilmaslik tenglamasi* deyiladi.

Harakatning barqarorligidan kelib chiqib, quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

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

Mavzuga doir masalalarni yechishga doir ko'rsatmalar:

Masala. Siqilmaydigan suyuqlikning tezlik maydoni quyidagi potensialga: $\phi = 4(x^2 - u^2)$ ega bo'lishi mumkinmi?

Yechim: suyuqlikning tezlik maydoni potensialga ega bo'lishi uchun Lappas tenglamasidan foydalanamiz:

$$\nabla^2 \phi = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = 0 .$$

U holda

$$\varphi = 4(x^2 - y^2); \quad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = 8;$$

$$\varphi = 4(x^2 - y^2); \quad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 8.$$

Bu yerda $\nabla^2 \varphi = 8 - 8 = 0$. Demak, tezlik maydoni berilgan potensi-alga ega bo'lishi mumkin.

MASALALAR

1. Agar kesimlardagi harakat kesiminining yuzasi $\omega_1 = 0,5 \text{ m}^2$; $\omega_2 = 0,7 \text{ m}^2$ va $\omega_3 = 0,4 \text{ m}^2$ bo'lib, $V_3 = 0,8 \text{ m/s}$ bo'lganda, oqim sarfi va o'rtacha tezligini aniqlang.

2. To'g'ri burchakli to'rburchak shaklidagi ketma-ket ulangan quvurlarning gidravlik elementlarini (sarfi, o'rtacha tezlik, gidravlik radius, ho'llangan perimetrr) aniqlang: $h_1 = 1,0 \text{ m}$; $b_1 = 1,5 \text{ m}$; $h_2 = 1,2 \text{ m}$; $b_2 = 1,8 \text{ m}$, $V_2 = 0,5 \text{ m/s}$ bo'lsin.

3. Oqim harakat tezligining proyeksiyasi berilgan: $u_x = 8x$; $u_y = -8u$. Oqim chizig'ining trayektoriyasini toping.

4. Oqim trayektoriyasi $x = 10t^2 + 3t$; $y = 5t^2 + 2t$; $z = 4t^2 + 2$ tenglama orqali berilgan bo'lsa, uning 10 sekunddan keyingi tezligini aniqlang.

5. Tajribalar asosida olingan tezlik proyeksiyasi quyidagi ko'rinishda bo'ldi: $u_x = 5xy + 2$; $u_y = 2x - 5xy$. Tajriba to'g'ri o'tkazilganmi?

6. Berilgan tezlik proyeksiyalari uchun:

$$u_x = 2x + 4u; \quad u_y = 5x - 4x + Z; \quad u_z = 3x + y + Z,$$

siqilmaydigan suyuqlik harakati mavjudligini tekshiring.

7. Siqilmaydigan suyuqlikning tezlik maydoni quyidagi potensialga $\varphi = 6(x^2 + y^2)$ ega bo'lishi mumkinmi?

8. Ketma-ket ulangan quvurlarning gidravlik elementlarini (sarfi, o'rtacha tezlik, ho'llangan perimetrlar, gidravlik radius) aniqlang. Quvur diametrleri $D_1 = 150$ mm; $D_2 = 300$ mm; $D_3 = 200$ mm va $V_3 = 0,8$ m/s.

9. Diametri $D = 250$ mm bo'lgan quvurdan o'tayotgan oqim sarfi va o'rtacha tezligini aniqlang, agar kesimdag'i tezlik taqsimotining qonuniyati quyidagi ko'rinishda berilgan bo'lisa:

$$u = 0,5 \left[1 - \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 \right], \text{ m/s.}$$

10. Qarshi nasos stansiyasi quvuridagi suv sarfini aniqlang. Quvur diametri $D = 2,0$ m bo'lib, kesimdag'i tezlik taqsimoti qonuniyati quyidagi ko'rinishda berilgan bo'lisin:

$$u = 0,5 \left[1 - \left(\frac{r}{r_0} \right)^{1,5} \right].$$

2. IDEAL SUYUQLIKLAR

Bu tenglama 1738 y. D. Bernulli tomonidan taklif etilgan bo'lib, uning nomi bilan ataladi va gidrodinamikaning asosiy tenglamasi hisoblanadi:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} \quad (2.1)$$

D. Bernulli tenglamasi elementar struyka tezligi, bosimi va suyuqlik zarrachasining geometrik o'rni orasidagi munosabatni ifodalaydi.

Tenglamadan ko'rindik, ideal suyuqlik uchun z , $\frac{p}{\gamma}$, $\frac{u^2}{2g}$ hadlar ning yig'indisi o'zgarmas kattalikdir.

$H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{U^2}{2g}$ — ifodaga to'la dam yoki gidrodinamik dam deyiladi.

Ideal suyuqlik uchun:

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

yoki

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

n – kesimlar soni.

D. Bernulli tenglamasi elementar struyka solishtirma energiyasining saqlanish qonunini ifodalaydi.

U holda, z – solishtirma holat potensial energiyasini;

$\frac{p}{\gamma}$ – solishtirma bosim potensial energiyasini,

$\frac{u^2}{2g}$ – solishtirma kinetik energiyani ifodalaydi.

Real suyuqlikning elementar struykasi uchun Bernulli tenglamasi

Endi yuqorida keltirilgan formulani real suyuqliklar uchun ko'rinishini yozamiz. Ma'muki, ideal suyuqlikda suyuqlikning asosiy xususiyatlardan – yopishqoqlik inobatga olinmaydi.

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

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

U holda H_1 va H_2 orasidagi farq $h_{1-2} = H_1 - H_2$ – 1-1 va 2-2 kesimlar orasidagi yo'qolgan solishtirma energiyani (damni) ifodalaydi, ya'ni qarshilik kuchini yengish uchun sarflangan dam miqdori:

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

bu yerdan

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} + h_{1-2} \quad (2.2)$$

Oxirgi ifodaga real suyuqlikning elementar struykasi uchun D. Bernulli tenglamasi deyiladi.

Mavzuga doir masalalarini yechishga ko'rsatma

Masala. Struyali nasos yordamida suv $h = 0,5$ m chuqurlikdan ko'tarilmoqda. Agar quvur diametri $d = 100$ mm, 1-1 kesimdagisi bosim $P_M = 40$ kPa, suv tezligi $V_1 = 1,12 \text{ m}^3/\text{c bo'lsa}$, kamerasidagi quvur diametini d_2 aniqlang (1-rasm). Suv ideal deb qaralsin.

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

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g}$$

2-2 kesimdagisi tezlik damini aniqlaymiz:

$$\frac{V_2^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{P_{AT} - P_2}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g}$$

$\frac{P_{AT} - P_2}{\gamma}$ – 2-2 kesimdagisi vakuum miqdori.

$$p_2 + \gamma h = p_{AT}; h = \frac{P_{AT} - P_2}{\gamma} = 0,55$$

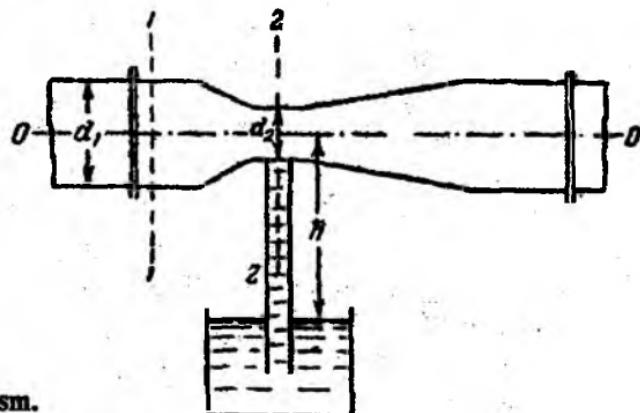
1-1 kesimdagisi tezlik dam (napor)ni

$$\frac{V_1^2}{2g} = \frac{1,12^2}{19,62} = 0,064 \text{ m}$$

Bernulli tenglamasiga qo'yib, V_2 ni aniqlaymiz:

$$\frac{V_2^2}{2g} = 0,4 + 0,55 + 0,0644 = 1,014 \text{ m}$$

$$V_2 = \sqrt{19,62 \cdot 1,014} = 4,46 \text{ m/s}.$$



1- rasm.

U holda d_2 ni quyidagicha aniqlaymiz:

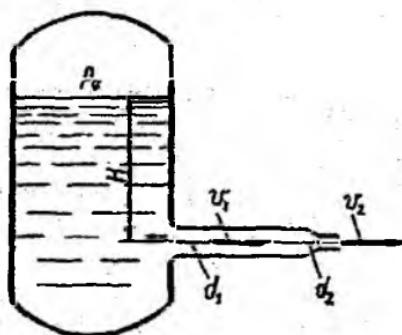
$$d_2 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V^2}} = 0,05 \text{ m}.$$

MASALALAR

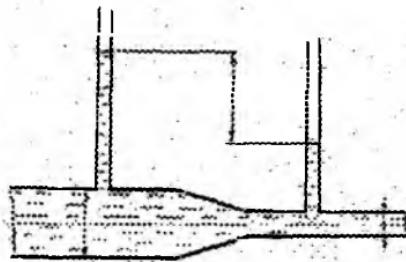
1. Rezervuardan suv diametri $d = 30 \text{ mm}$ bo'lgan quvur orqali atmosferaga oqib chiqmoqda, agar rezervuardagi manometrik bosim $P_M = 0,2 \text{ atmosfera}$ bo'lib, dam (napor) i $H = 1,5 \text{ bo'lsa}$, quvurdagi suv sarfini aniqlang (2.1-rasm).

2. Suyuqlik ketma-ket ulangan har xil diametrli quvurlar orqali atmosferaga chiqmoqda. Agar ikkinchi quvurdagi tezlik $V_2 = 0,8 \text{ m/s}$ bo'lsa, birinchi quvurdagi tezlik $V_1 = 2 \text{ m/s}$ bo'lishi uchun, birinchi quvurdagi bosim qanday bo'lishi kerak (2.2-rasm).

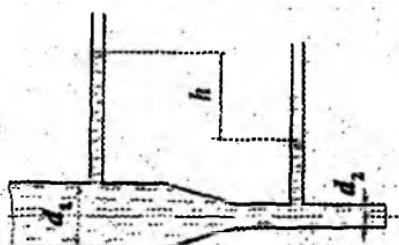
3. Quvurdagi suv sarfini aniqlash uchun Venturi naychasidan foydalaniлади.



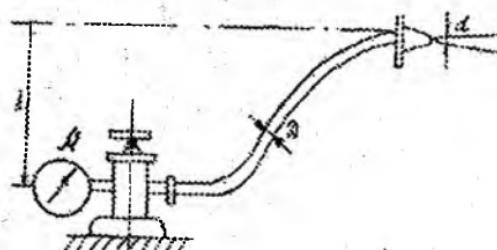
2.1- rasm.



2.2- rasm.

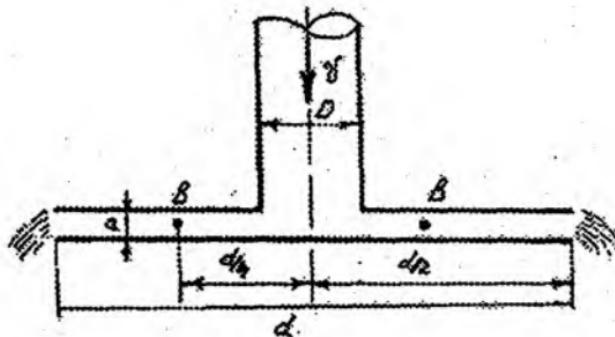


2.3- rasm.



2.4- rasm.

2.5- rasm.



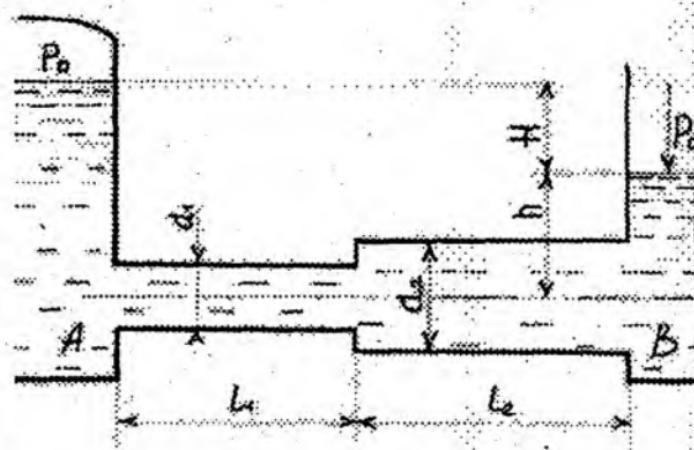
Agar quvurga o'rnatilgan pezometrlar farqi $h = 16$ sm bo'lib, quvur diametri $D = 20$ sm, naychaning diametri $d = 14$ sm bo'lganda quvurdan o'tayotgan sarfini aniqlang (2.3-rasm).

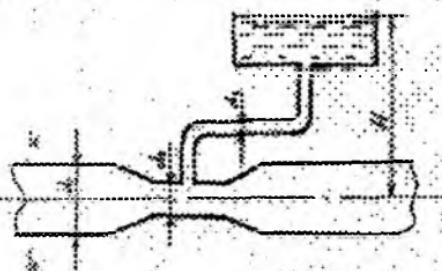
4. Agar naychaning diametri $d = 5$ sm, quvurning diametri $D = 100$ mm va quvurdagi bosim $P_1 = 0,4$ at bo'lsa, naychaga ulangan quvurda suv qaysi balandlikka ko'tariladi?(2.4-rasm)

5. Quvurdan ($D = 200$ mm) $V = 2,0$ m/s tezlikda tushayotgan suv, pastda ikkita parallel doira plastinkalar orasida radius bo'ylab tarqaladi. Agar doiraning diametri $D = 600$ mm bo'lib, plastinkalar orasi $a = 20$ mm bo'lganda, markazdan (A)-300 mm uzoqlikda joylashgan nuqtadagi (B) bosimni aniqlang (2.5-rasm).

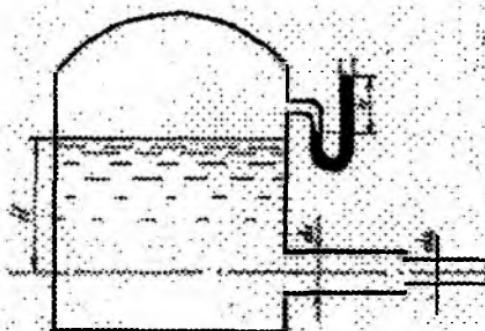
6. Ketma-ket ulangan quvurlardan oqib o'tayotgan suv sarfini aniqlang. $H = 5$ m, $d_1 = 20$ mm, $d_2 = 25$ mm bo'lsin (2.6-rasm). Pezometrik va dam (napor) chiziqlarini quring.

2.6- rasm.





2.7- rasm.



2.8- rasm.

7. Sug'oriladigan maydonlarga ko'p hollarda mineral o'g'it suvga qo'shib uzatiladi. A-idishdan zichligi $\rho = 1010 \text{ kg/m}^3$ suyuq mineral o'g'it, $d_1 = 20 \text{ mm}$ elastik quvur orqali $D = 300 \text{ mm}$ suv quvurining $d_2 = 100 \text{ mm}$ bo'lgan qismiga ulangan.

a) Agar $H = 6 \text{ m}$, $P = 2 \text{ atm}$ va suv quvurining sarfi $Q = 140 \text{ l/s}$ bo'lganda mineral o'g'it sarfini aniqlang (2.7-rasm).

b) Agar mineral o'g'it sarfi $Q = 0,5 \text{ l/s}$ bo'lsa, quvurning siqilgan qismidagi diametrini d_2 ni aniqlang (2.7-rasm).

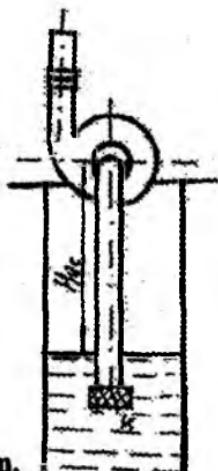
8. Suv rezervuardan quvur orqali atmosferaga oqib chiqmoqda. Quvurga ulangan pezometrdagi suv sathi $h_p = 2,0 \text{ m}$; rezervuardagi suv sathi $H = 4,0 \text{ m}$; quvur diametri $d = 200 \text{ mm}$ bo'lganda quvurdan o'tayotgan suv tezligi va sarfini aniqlang (2.8-rasm).

9. Rezervuardan suv atmosferaga diffuzor (quvurning kengaygan joyi) orqali oqib chiqmoqda. Diffuzorning kirish qismi diametri $d_1 = 150 \text{ mm}$ va chiqish qismi diametri $d_2 = 200 \text{ mm}$. Agar diffuzorning kirish qismidagi bosim $P_1 = 50 \text{ kPa}$ bo'lsa, rezervuardagi H dam (napor)ni aniqlang (2.9-rasm).

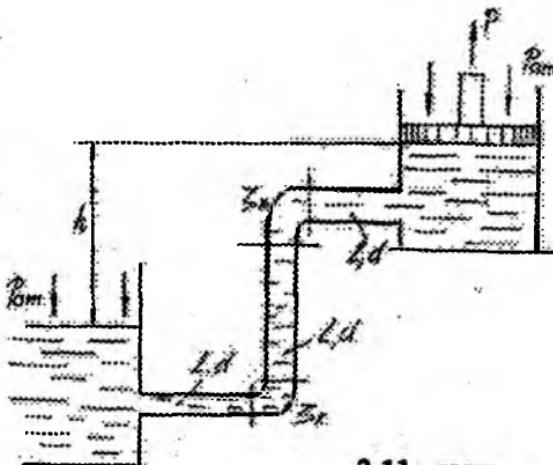
10. Sarfi $20 \text{ m}^3/\text{soat}$ bo'lgan nasos yordamida kanaldan diametri $d = 200 \text{ mm}$ bo'lgan quvur orqali suv olinmoqda. Agar quvurdagi mumkin bo'lgan vakuum miqdori $P_v = 60 \text{ kPa}$ bo'lganda nasosning o'rnatilish balandligini aniqlang (2.10-rasm).

2.9- rasm.





2.10- rasm.

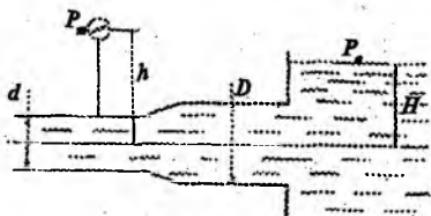


2.11- rasm.

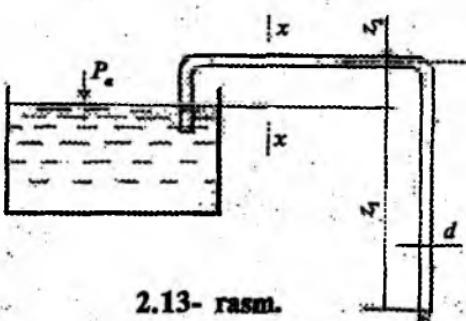
11. Porshenli nasos yordamida $H = 2 \text{ m}$ chuqurlikdan suv ko'tariladi. Agar porshen $V = 0,5 \text{ m/s}$ tezlikda harakat qilgan holatdagи porshen hosil qilgan bosimni aniqlang (2.11-rasm).

12. Ketma-ket ulangan quvurlar orqali suv atmosferaga oqib chiqmoqda. Rezervuarga o'rnatilgan manometr ko'rsatayotgan bosim $P_M = 2,0 \text{ kPa}$. Rezervuardagi suv sathi $H = 2,0 \text{ m}$; $d_1 = 200 \text{ mm}$, $d_2 = 300 \text{ mm}$. Quvurlardagi suv harakati tezligini aniqlang. Pezometr va dam (napor) chiziqlarini quring (2.12-rasm).

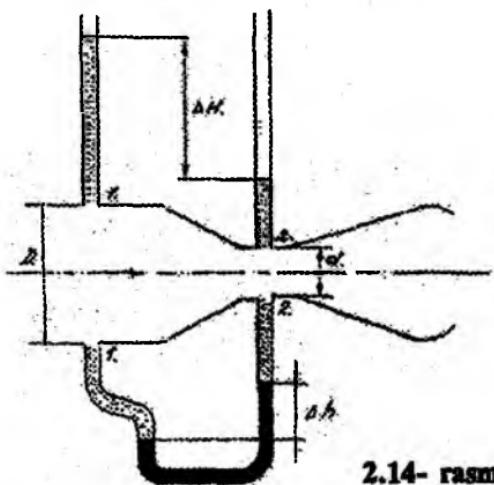
13. Kanaldan suv sifon orqali olinmoqda. Agar sifon diametri $d_1 = 100 \text{ mm}$, $z_1 = 20 \text{ m}$, $z_2 = 1,0 \text{ m}$ bo'lganda sifondan o'tayotgan suv sarfini va $x-x$ kesimdagи bosimni aniqlang (2.13-rasm).



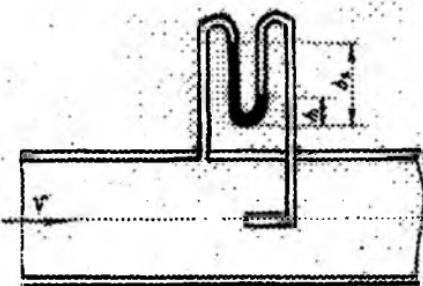
2.12- rasm.



2.13- rasm.



2.14- rasm.



2.15- rasm.

14. Diametri $D = 400$ mm bo'lgan quvurdan o'tayotgan neft sarfini aniqlang, agar quvurga ulangan differential manometrdagi simob sathlarining farqi $\Delta h = 0,6$ m bo'lib, quvur siqilgan qismining diametri $d = 200$ mm bo'lsa (2.14-rasm).

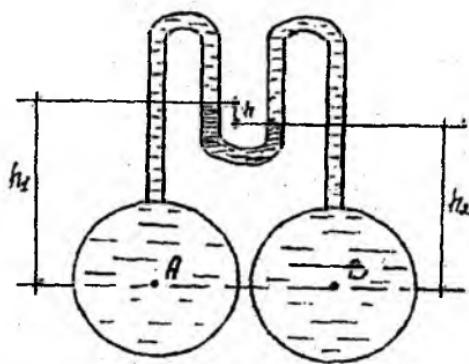
15. Quvurdan o'tayotgan gaz tezligini aniqlang, agar $h_1 = 15$ mm suv ustuniga teng bo'lsa, gazning zichligi quyidagicha: $\rho = 0,9 \text{ kg/m}^3$ (2.15-rasm).

16. Quvurlardagi bosimlar farqini aniqlash uchun ularga ulangan differential manometrdagi simob sathining farqi $h = 2$ sm, quvur diametrlari bir xil bo'lib ($d_1 = d_2 = 200$ m), A-quvurdagi suv sarfi $Q_A = 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ bo'lsa, quvurlardagi suv tezliklarini aniqlang (2.16-rasm).

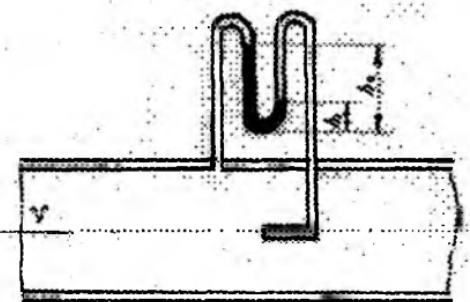
17. Diametri $d = 60$ mm bo'lgan neft quvuriga pezometr $h = 60$ sm va Pito naychasi $H = 70$ sm o'rnatilgan. Quvurdan o'tayotgan neft sarfi va pezometr ulangan kesimdagagi bosimni aniqlang (2.17-rasm).

18. Diametri $D = 30$ mm bo'lgan quvurdan diametri $d = 10$ mm bo'lgan naycha orqali suv olinmoqda. Agar quvurdagi suv sarfi $Q = 1,5 \text{ l/s}$, $H = 2$ m, $h = 0,6$ m bo'lsa, naychadan o'tayotgan suv sarfini aniqlang (2.18-rasm).

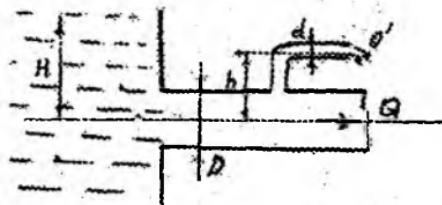
19. Struyali nasos-ejektor quduqdan suv ko'tarmoqda. Suv $D = 50$ mm diametrli quvur orqali P_0 bosimda nasos kamerasiga yuboriladi. Kamerada o'rnatilgan torayuvchi naychada ($D_H = 20$ mm) suv tezligi oshirilib vakuum hosil qiladi va natijada suv quduqdan yuqoriga ($H_1 = 2,5$ m) ko'tariladi. Suv diffuzor orqali ($H_2 = 1,5$ m)



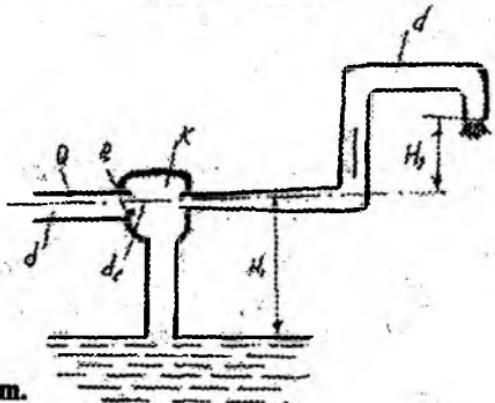
2.16- rasm.



2.17- rasm.



2.18- rasm.



2.19- rasm.

balandlikka ko'tarilib atmosferaga oqib chiqadi. Naycha oldidagi quvur bosimini P_v ni aniqlang (2.19-rasm)

20. Sisternadan benzin rezervuarga diametri $d = 50$ mm bo'lgan quvur orqali quyilmoqda. Agar sisternadagi benzin sathidagi bosim $P_v = 0,2$ at bo'lib, $H_1 = 1,3$ m bo'lganda quvurdan o'tayotgan benzin sarfini aniqlang (2.20-rasm).

3. SUYUQLIKNING HARAKAT REJIMLARI

Har qanday harakatdagi suyuqlikda quyidagi rejimlar mavjud: laminar va turbulent.

Reynolds tajribalar natijasida suyuqlikning harakat rejimini o'chovsiz son — Reynolds soni orqali ifodalash mumkinligini ko'rsatadi.

Reynolds soni silindrik quvurlar uchun quyidagicha aniqlanadi:

$$Re = \frac{Vd}{\nu}$$

yoki nosilindrik quvurlar uchun

$$Re = \frac{V \cdot 4R}{v}$$

bu yerda: V – o‘rtacha tezlik; d – quvur diametri; R – gidravlik radius; v – yopishqoqlikning kinematik koeffitsiyenti.

Reynolds soni inersiya kuchining ishqalanish kuchiga nisbatini ifodalaydi.

Suyuqlikning laminar harakatdan turbulent harakatga o‘tishi Reynolds sonining ma’lum kritik miqdori bilan aniqlanadi. Po‘lat quvurlar uchun kritik Reynolds soni $Re_k = 2320$ ga teng.

Demak, oqimning harakat rejimini aniqlamoqchi bo‘lsak, Reynolds sonini kritik Reynolds soni bilan qiyoslaymiz.

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

Agar $Re > Re_{kr} = 2320$ bo‘lsa, demak harakat rejimi turbulent.

Mavzuga oid masalalarni yechishga doir ko‘rsatma

Masala. Moy (IS-30) nasos yordamida quvur orqali gidrosilindrga uzatiladi. Agar quvur diametri $d = 24$ mm, moyning harorati $t = 20^\circ\text{C}$ bo‘lib, nasosning sarfi $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ bo‘lganda suyuqlikning harakat rejimini va qaysi haroratda turbulent rejima o‘tishini aniqlang.

Yechimi: Suyuqlikning harakat rejimi Reynolds soni orqali ifodalananadi;

Damli (naporli) harakatda Reynolds soni quyidagicha aniqlanadi:

$$Re = \frac{V \cdot d}{v}$$

bu yerda d – quvurning diametri;

Agar Reynolds soni qandaydir kritik Reynolds sonidan yuqori bo‘lsa ($Re > Re_{kr}$), harakat rejimi turbulent deyiladi, agar Reynolds soni kritik Reynolds sonidan kichik bo‘lsa ($Re < Re_{kr}$) harakat rejimi laminar deyiladi.

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

Demak, qo‘yilgan masalani yechish uchun Reynolds sonini aniqlash kerak.

Quvurdagi oqim tezligi

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 20}{3,14 \cdot 2,4^2} = 4,42 \text{ sm/s}$$

$t = 20^\circ\text{C}$ da moyning (IS-30) kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti

$$v = 150 \text{ mm}^2/\text{s} = 1,5 \text{ sm}^2/\text{s}$$

Reynolds soni:

$$\text{Re} = \frac{V \cdot d}{v} = \frac{4,42 \cdot 2,4 \cdot 10^2}{1,5} = 700;$$

$$\text{Re}_{kr} = 2000:$$

$\text{Re} < \text{Re}_{kr}$ demak suyuqlik harakat rejimi laminar.

Laminar harakatdan turbulent harakatga o'tish uchun $\text{Re} > \text{Re}_{kr}$.

$\text{Re}_{kr} = 2000$, u holda:

$$\text{Re}_{kr} = \frac{V \cdot d}{v}; v = 0,53 \text{ sm}^2/\text{s} = 53 \text{ mm}^2/\text{s}.$$

v va t° ning bog'liqlik jadvalidan industrial moy uchun (IS-30) $v = 53 \text{ mm}^2/\text{s}$ ga mos keladigan t harorat miqdori $t = 50^\circ\text{C}$.

Demak, suyuqlik harorati yuqoridaq miqdorga etganda suyuqlik laminar harakat rejimidan turbulent harakat rejimiga o'ta boshlaydi.

MASALAR:

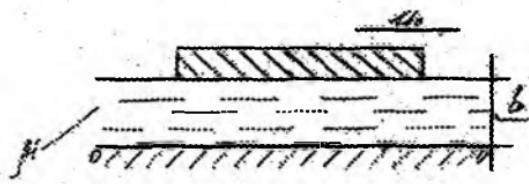
1. Uzunligi $l = 4 \text{ m}$ bo'lgan quvurdan harorati 10°C ($v = 0,4 \text{ sm}^2/\text{s}$) bo'lgan neft oqib o'tmoqda. Kesimlar orasidagi bosimlar farqi $\Delta P = 5 \text{ mPa}$ va neft sarfi $Q = 0,5 \text{ l/s}$ bo'lganda suyuqlikning harakat rejimini aniqlang.

2. Diametri $d = 50 \text{ mm}$ li quvur orgali sarfi $Q = 0,5 \text{ l/s}$ bo'lgan benzin oqib kelmoqda. Agar benzin harorati 6°C dan 40°C gacha o'zgarsa suyuqlik harakat rejimi qanday o'zgaradi?

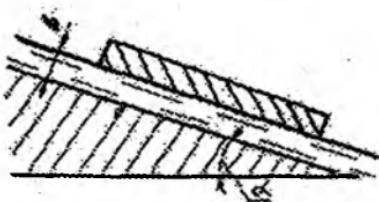
3. $d = 100 \text{ mm}$ bo'lgan quvurda suyuqlik laminar rejimda harakat qilmoqda. Agar quvur o'qidagi tezlik $u_{max} = 20 \text{ sm/s}$ bo'lsa, tezlik taqsimotining grafigini chizing.

4. Laboratoriya da diametri $d = 25 \text{ mm}$ bo'lgan quvurda tajribalar o'tkazib quyidagi qiymatlar o'lchandi: a) suvning harorati $t = 10^\circ\text{S}$, tezligi $V = 20 \text{ sm/s}$; b) benzin harorati 20°C , tezligi $V = 25 \text{ sm/s}$; v) neft harorati 18°S , tezligi $V = 18 \text{ sm/s}$. Suyuqliklarning harakat rejimlarini va sarfini aniqlang.

5. Yuqoridaq tajribalarning kesimi to'g'ri to'rburchak shaklidagi ($a = 6 \text{ sm}$, $b = 4 \text{ sm}$) quvurda o'tkazilsa, suyuqliklarning harakat rejimlari qanday o'zgaradi?



3.1- rasm.



3.2- rasm.

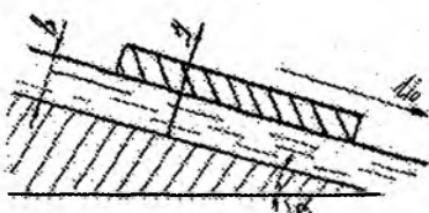
6. Plastinka gorizontall tekislikda suyuqlik ustida harakat qilmoqda. Plastinka va gorizontall tekislik orasidagi suyuqlik avtomobil moyi bo'lib, qalinligi $b = 1,4 \text{ mm}$. Plastinka yuzasi $F = 2000 \text{ sm}^2$ bo'lganda plastinka va suyuqlik orasidagi ishqalanish kuchini aniqlang (3.1-rasm).

7. Qalinligi $b = 2 \text{ mm}$ bo'lgan motor moyi ($t = 20^\circ\text{C}$) og'irlik kuchi ta'sirida qiya tekislikda ($\alpha = 15^\circ$) tekis harakat qilmoqda. Oqimning $B = 2 \text{ sm}$ enidan o'tayotgan suyuqlik sarfini aniqlang (3.2-rasm).

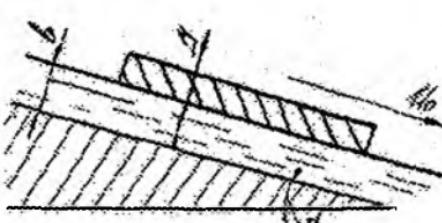
8. Qiya tekislikdagi ($\alpha = 15^\circ$) suyuqlik ustida o'zgarmas tezlikda ($u = 0,1 \text{ m/s}$) plastinka harakat qilmoqda. Agar suyuqlik motor moyi bo'lib, suyuqliknинг qalinligi $b = 0,6 \text{ mm}$ bo'lsa, plastinkadagi zo'riqishni aniqlang (3.3-rasm).

9. Massasi $m = 0,5 \text{ kg}$ va yuzasi $F = 70 \text{ sm}^2$ bo'lgan plastinka qiya tekislikda ($\alpha = 30^\circ$) suyuqlik ustida harakat qilmoqda. Agar plastinka tezligi $u = 0,6 \text{ m/s}$ bo'lib, suyuqlik zichligi $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ bo'lsa, suyuqliknинг dinamik yopishqoqlik koefitsiyentini aniqlang (3.4-rasm).

10. Qon tomirida ($r = 1,0 \text{ sm}$) (aorta) tinch holatda qonning o'rtacha tezligi $V = 30 \text{ sm/s}$, qonning harakat rejimini aniqlang.



3.3- rasm.



3.4- rasm.

11. Ketma-ket ulangan quvurlar orqali harorati $t = 18^\circ\text{C}$ bo'lgan neft oqib o'tmoqda. Birinchi quvurning diametri $d_1 = 50$ mm va ikkinchi quvurning diametri $d_2 = 15$ mm, quvurlardan o'tayotgan neft sarfi $Q = 70 \text{ sm}^2/\text{s}$ bo'lganda, quvurlardagi suyuqlik harakat rejimini aniqlang.

12. Ko'ndalang kesimi trapetsiya shaklidagi kanalning eni $b = 3,0$ m, chuqurligi $h = 0,8$ m, kanal qiyaligi $m = 1,5$ bo'lib, kanaldan o'tayotgan suv sarfi $Q = 3 \text{ m}^3/\text{s}$ va harorati $t = 20^\circ\text{C}$. Kanalda suv harakat rejimini aniqlang.

13. Yuqoridagi kanaldan berilgan sarfda kinematik yopishqoqligi $v = 0,05 \text{ sm}^2/\text{s}$ bo'lgan loyqa suv (sel) oqib o'tsa, suyuqlik harakat rejimi qanday bo'ladi?

14. Yarim aylana shaklidagi novda harorati $t = 20^\circ\text{C}$ bo'lgan suv oqib o'tmoqda. Novning radiusi $R = 50$ mm va oqim tezligi $V = 30 \text{ sm}/\text{s}$ bo'lganda:
a) oqimning harakat rejimini aniqlang; b) qaysi suv sarfida oqimning harakat rejimi o'zgaradi?

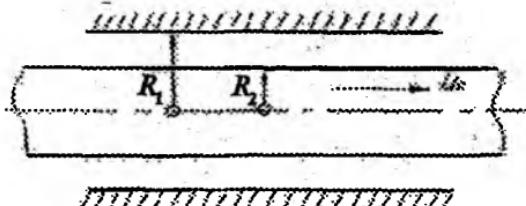
15. Qiyalik koeffitsiyenti $m = 1$ teng bo'lgan uchburchak shaklidagi novadan harorati $t = 5^\circ\text{C}$ bo'lgan suv oqib o'tmoqda. Agar novadagi suvning chuqurligi $h = 6$ sm bo'lsa, qaysi sarfda suyuqlikning harakat rejimlari o'zgaradi?

16. Diffuzordan harorati $t = 15^\circ\text{C}$ bo'lgan suv o'zgarmas sarfda oqib o'tmoqda. Agar kirish qismida suyuqlikning harakat rejimi turbulent bo'lsa, diffuzorda suvning harakat rejimi o'zgarishi mumkinmi?

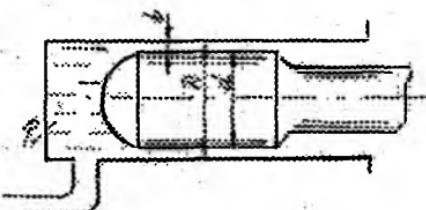
17. Gidrosilindr quvurida $Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$ sarfda harorati 10°C ($v = 0,3 \text{ sm}^2/\text{s}$) oqayotgan motor moyi harakati laminar rejimda bo'lishi uchun quvurning diametri qancha bo'lishi mumkin?

18. Ikkita silindr orasidagi xalqali kanal harorati $t = 15^\circ\text{C}$ bo'lgan motor moyi bilan to'ldirilgan. Silindrarning diametrlari $d_1 = 18$ m, $d_2 = 26$ mm. Agar ichki silindr $u = 40 \text{ sm}/\text{s}$ tezlikda harakatlansa ichki silindrning $l = 0,8$ m uzunligidagi ishqalanish kuchini aniqlang (3.5-rasm).

19. Gidrosilindr kamerasida hamma vaqt moy o'zgarmas bosimda ($R = 4 \text{ mPa}$) saqlanib turishi mumkin. Silindr va plunjер orasida mavjud



3.5- rasm.



3.6- rasm.

bo'lgan tirkishdan suyuqlik oqib ketish imkoniyati bor. Agar tirkishning eni $v = 0,03$ mm bo'lib, plunjer diametri $d = 50$ mm, uzunligi $l = 12$ sm bo'lsa, tirkishdan harorati $t = 40^\circ\text{C}$ bo'lgan motor moyining qancha miqdori oqib ketishi mumkin? (3.6-rasm).

20. Yuqoridagi masalada agar suyuqliknинг harorati $t = 100^\circ\text{C}$ bo'lsa, oqib ketishi mumkin bo'lgan suyuqlik sarfi qanchaga o'zgaradi?

4. GIDRAVLIK QARSHILIKLAR

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

Quvur uzunligi bo'ylab yo'qolgan energiyani hisoblash

Quvurlarda energiyaning yo'qolishi ikki xil bo'ladi:

- A) oqim bo'ylab energiyaning yo'qolishi, ya'ni quvur uzunligi bo'ylab;
- B) mahalliy qarshiliklarda energiyaning yo'qolishi.

$$h_f = \sum h_e + \sum h_u$$

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

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

bu yerda λ — gidravlik ishqalanish koefitsiyenti.

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

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

bu yerda: Re – Reynolds soni;

Δ – quvurning nisbiy g'adir-budirligi.

Oqim bo'ylab energiyaning yo'qolishiga quvur g'adir-budirligining ta'siri alohida ahamiyatli.

G'adir-budirlik quvur materialiga, yasash texnologiyasiga va foydalanish vaqtiga bog'liqdir.

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

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

bu yerda: $\bar{\Delta}$ – quvur g'adir-budirligining o'rtacha balandligi;

d – quvur diametri.

Gidravlik silliq va g'adir-budir quvurlar

Ma'lumki, quvur g'adir-budirligining o'rtacha balandligi oqimning harakatiga ham bog'liqdir.

Suyuqlik laminar rejimida harakatlanayotgan bo'lsa, har qanday g'adir-budirlik suyuqlik bilan to'ldirilgan bo'lib, silliq sirt hosil qiladi.

U holda quvur o'rtacha g'adir-budirligi laminar chegaraviy qavatdan – δ kichik bo'ladi. Bunday quvurlarga gidravlik silliq quvurlar deyiladi.

Turbulent rejimga o'tish jarayonida laminar chegaraviy qatlama kamayib boradi. Natijada $\delta < \Delta$ holat paydo bo'ladi. U holda bunday quvurlarga gidravlik g'adir-budir quvur deyiladi.

Gidravlik ishqalanish koeffitsiyentini aniqlashning bir nechta formulalari mayjud.

Bu koeffitsiyentni quyidagi $\lambda = f(Re; \Delta)$ bog'lanish orqali ifodalash Nikuradze tajribalarida aniq namoyon bo'ldi.

Nikuradze tajribalarida gidravlik ishqalanish koeffitsiyentining qiymati har xil g'adir-budirli quvurlarda hamda suyuqlik harakat rejimlarida aniqlanadi.

Nikuradze tajribalari asosida damli quvurlardagi quyidagi qarshilik sohalarini aniqlash mumkin:

1- soha: laminar harakat rejimi bo'lib, bu sohada λ – qiymatini nazarliy aniqlash mumkin:

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

Yuqoridagi ifodaga Puazeyl (1799-1869) formulasi deyiladi.

2- soha: Laminar harakat rejimidan turbulent harakat rejimiga o'tish sohasi. Bu sohada Reynolds soni quyidagi oraliqlarda bo'ldi:

$$Re = 2300 : 4000$$

3- soha: Turbulent harakat rejimi bo'lib, 3 qismga ajraladi, 1-qism gidravlik siliq qarshilik sohasi, 2-qism kvadrat qarshilik sohasigacha bo'lgan sohasi, 3-qism kvadrat qarshilik sohasi deyiladi.

Turbulent harakat rejimida gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti qiymatini aniqlash, gidravlika fanining murakkab masalasi hisoblanadi.

1-2-qismlarda λ ning qiymati asosan tajriba natjalarida olingan formulalar yordamida hisoblanadi:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} - \text{Blazius formulasi}$$

$$\lambda = 0,11 \left(\Delta + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} - \text{A. Altshul formulasi.}$$

Kvadrat qarshilik sohasi uchun λ quyidagicha aniqlanadi: $\lambda = f(\Delta)$.

$$\lambda = 0,11(\Delta)^{0,25} - \text{B. Shiffinson formulasi}$$

Shuni alohiida qayd etishiz lozimki, oxirgi yillarda turbulent harakat rejimini o'rGANISHDA olib borilgan nazary va tajribaviy izlanishlar ancha muvaffaqiyatlarga olib kealdi.

K. Sh. Latipovning nazaryi izlanishlari λ ni aniqlash uchun yangi formula yaratishga sabab bo'ldi.

Bu formulaning mohiyati shundan iboratki, formula harakat rejimining hamma sohalarini qamrab oladi va λ qiymati yagona formula yordamida aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{8xJ_0(x)}{Re J_2(x)},$$

bu yerda: $J_0(x)$, $J_2(x)$ – mayhum argumentli Bessel funksiyalari;

x – oqim holatini ifoda etuvchi koeffitsiyent.

Ochiq uzanlar uchun λ ning qiymati A. Zegda tajribalarida, sanoat quvurlari uchun G. Murin, K. Kolbruk, A. Shevelev grafiklarida keltirilgan.

Mahalliy qarshiliklarda damning yo'qolishi

Mahalliy qarshiliklarda (napor) damning yo'qolishi oqim tezlik vektorining o'zgarishi, oqimlarning qo'shilishi, ajralishi va boshqa sabablar tufayli sodir bo'ladi.

Bunday to'siqlar quvur yoki kanalning kalta qismlarida mavjud bo'lib, konstruktiv elementlar bilan bog'liqidir. To'siqlardan o'tish jarayonida oqim shakli o'zgaradi va notekis harakat vujudga keladi. Oqimning to'siqdan o'tish joylarida uyurmalar paydo bo'ladi. Chunki uyurma bilan oqim chegarasidagi qarshilik devordagi qarshilikka nisbatan bir necha marotaba ko'p.

Mahalliy qarshiliklarda damning yo'qolishi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$h_M = \xi \frac{V^2}{2g},$$

bu yerda: $\frac{V^2}{2g}$ – tezlik dami;

ξ – qarshilik koeffitsiyenti deyiladi, asosan tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Quvurlarning konstruktiv elementlari bilan bog'liq bo'lgan quyidagi mahalliy qarshiliklarni kuzatish mumkin:

a) keskin kengayish; b) keskin torayish; v) berkitgich; g) tekis kengayish; d) buriish; e) tekis torayish; j) tireak va h.k.

Yuqorida aytganimizdek, mahalliy qarshiliklarda yo'qolgan dam asosan tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Umumiy ko'rinishda qarshilik koeffitsiyentini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\xi = \xi_K + \frac{A}{Re}$$

bu yerda: ξ_K – kvadrat qarshilik sohasidagi qarshilik koeffitsiyenti;

A – koeffitsiyent, tajribada aniqlanadi.

Yagona holat – keskin kengayishda yo'qolgan dam miqdorini nazariy aniqlash mumkin.

Boshlang'ich qismlarda damning yo'qolishi

Mahalliy qarshilikning bu turiga alohida to'xtab o'tamiz. Zero oqim miqdorini aniqlashni avtomatlashtirish jarayonlarida bu holatning ta'siri katta ahamiyatga ega.

Boshlangich qismlarda oqim harakati notejis bo'lib, quvurning bu qismida damning yo'qolishi, xuddi shu uzunlikdagi quvur yoki kanallardagi tekis harakatda yo'qolgan damdan bir necha marotaba ko'pdir: masalan, laminar harakatda – $(0,2 + 0,4)$ miqdorda bo'lsa, turbulent harakatda $(0,1 \dots 1,5)$.

S.M. Tary izlanishlari bo'yicha laminar harakat rejimida (damli tizimlarda) boshlang'ich qism uzunligi l_s :

$$l_s = 0,04 Re$$

Turbulent harakat rejimida V.S. Borovkov va F.G. Mayranovskiy formulasi bo'yicha

$$l_s = 0,52d/\lambda \text{ ga teng.}$$

Oxirgi paytlarda professor K.Sh. Latipov rahbarligida olib borilgan izlanishlar ochiq o'znlarda boshlangich qismni quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkinligini ko'rsatdi:

$$l_s = \frac{hR_e}{(\gamma^2 + 0,05\sqrt{Re})} l_n (0,01k_2 h Re)$$

bu yerda: h – oqim chuqurligi;

Re – Reynolds soni.

Bu tenglama yordamida ochiq o'zaniarda boshlangich qism uzunligini nazariy aniqlash mumkin.

Mavzuga doir masalalarni yechish uchun ko'rsatma

Masala: Gidrotizim uchlariga o'rnatilgan manometrlarning ko'rsatishlari $P_1 = 4$ kPa va $P_2 = 0,5$ kPa bo'lib, gidrotizim uzunligi $l = 500$ sm va diametri $d = 20$ mm bo'lsa, gidrotizimdagi harorati $t = 50^\circ C$ bo'lgan motor moyining sarfini aniqlang ($\rho = 950 \text{ kg/m}^3$)

Yechimi: Jadvaldan harorati $t = 50^\circ C$ bo'lgan motor moyining kinematik yopishqoqlik koeffitsiyentini $v = 30 \text{ mm}^2/\text{c}$ deb olamiz.

Suyuqlik sarfini u holda quyidagicha aniqlaymiz:

Suyuqlik harakat rejimi laminar ekanligini inobatga olib, Puazeyl qonuni asosida bosimning kamayishini aniqlaymiz:

$$\frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{128vI \cdot Q}{\pi d^4}$$

$$Q = \frac{\Delta P \pi d^4}{128 v p l} = \frac{(3,5 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 3,14 \cdot (0,020 \text{ m})^4)}{128 \cdot 0,3 \cdot 10^4 \cdot 890 \cdot 50} = 0,49 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s}.$$

Masala: Uzunligi $l = 1,5 \text{ km}$ va diametri $d = 250 \text{ mm}$ li quvurda benzin oqib o'tmoqda. Benzinning harorati $t = 20^\circ\text{C}$, sarfi $Q = 0,026 \text{ m}^3/\text{s}$. Quvurda yo'qolgan dam (napor)ni aniqlang. Agar quvurning diametrini 20% kamaytirsak yo'qolgan dam (napor) miqdori qanchaga o'zgaradi? Quvurning g'adir-budurligi $\Delta = 0,2 \text{ mm}$.

Yechimi: I. Quvurdagi oqim tezligi:

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2} = 0,53 \text{ m/s}.$$

Suyuqlikning harakat rejimini aniqlaymiz: jadvaldan $t = 20^\circ\text{C}$ haroratdagi benzinning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti $v = 0,75 \text{ mm}^2/\text{s}$.

Reyeolds soni:

$$Re = \frac{Vd}{v} = 177 \cdot 10^3.$$

demak, harakat rejimi turbulent.

U holda gidravlik ishqalanish koeffitsiyentini Altshul formulasi yordamida aniqlaymiz:

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,02.$$

Bosimning yo'qolishi:

$$\Delta P = \frac{\lambda \cdot l}{d} \cdot \frac{\rho V^2}{2} = 11,8 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

II. Quvur diametrini 20% ga kamaytirsak:

$$d_1 = 0,8d = 200 \text{ mm}$$

U holda yo'qolgan bosim miqdori:

$$\Delta P = 38 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

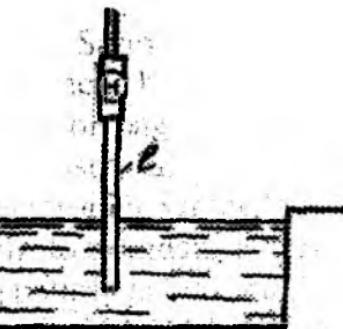
Demak, quvur diametrini 20% ga kamaytirsak, bosimning kamayishi (yo'qolgan napor) $3,2$ marta oshar ekan.

MASALALAR:

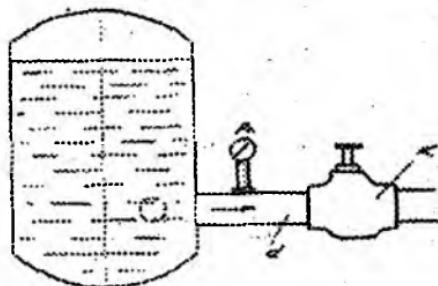
1. Uzunligi $l = 20$ mm, diametri $d = 20$ sm bo'lgan po'lat quvurdan harorati $t = 20^\circ\text{S}$ bo'lgan suv oqib chiqmoqda. Agar quvurdan o'tayotgan suv sarfi $Q = 20$ l/s bo'lsa, gidravlik ishqalanish koeffitsiyentini aniqlang.
2. Yuqoridagi masalada suv o'rniga neft oqib o'tayotgan bo'lsa, gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti qanday bo'ladi?
3. Suv quvurining diametri $d = 200$ mm, suv harorati $t = 18^\circ\text{C}$ bo'lganda gidravlik ishqalanish koeffitsiyentining Reynolde soniga bog'liqlik grafigini yasang. Sarf o'zgarishini quyidagi miqdorda qabul qiling: $Q = 1 \dots 40$ l/s. Quvurning g'adir-budirligi $\Delta = 0,1$ mm.
4. Sug'orish tizimlarida polietilen (elim) quvurlar ishlataladi. Quvurning uzunligi $l = 500$ m, diametri $d = 150$ mm, suvning sarfi $Q = 30$ l/s va harorati $t = 18^\circ\text{C}$ bo'lganda quvurda yo'qolgan damni aniqlang.
5. Laboratoriya sharoitida po'lat quvurning gidravlik ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash uchun, yangi po'lat quvurda tajribaiar o'tkazadilar. Buning uchun uzunligi $l = 6$ m, diametri $d = 200$ mm bo'lgan quvurga pezometr ulanib, ma'lum miqdor sarfni o'tkazadilar. Agar suv sarfi $Q = 10$ l/s bo'lib, pezometrlardagi suyuqliklar sathining farqi $\Delta h = 200$ mm bo'lganda gidravlik ishqalanish koeffitsiyentini aniqlang.
- Agar po'lat quvurni a) cho'yan; b) polietilen; v) asbestosement quvurlar bilan almashtirsak pezometrdagi suyuqliklar sathining farqi o'zgaradimi? (4.1-rasm).
6. Uzunligi $l = 500$ m, diametri $d = 200$ mm po'lat quvurdan o'tayotgan suvning harorati $t = 15^\circ\text{C}$. Quvurdan o'tayotgan suv sarfi $Q = 20$ l/s bo'lsa, quvurda yo'qolgan dam (napor)ni aniqlang. Agar quvurni diametri $d = 200$ mm bo'lgan boshqa cho'yan quvur bilan almashtirsak, quvurda yo'qolgan dam miqdori necha foizga o'zgaradi.
7. Gidrosilindrga cho'yan quvurda uzatilayotgan industrial moyning harorati $t = 15^\circ\text{S}$. Quvurning diametri $d = 18$ mm, moyning sarfi



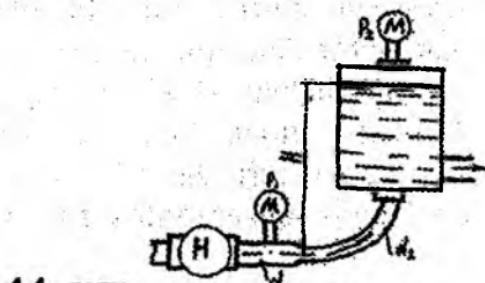
4.1- rasm.



4.2- rasm.



4.3- rasm.



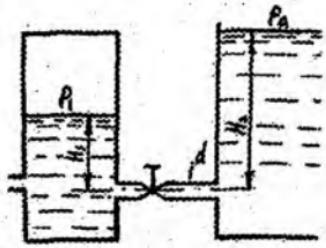
4.4- rasm.

$Q = 1,5 \text{ l/s}$ bo'lsa, gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti qanday aniqlanadi? Agar moyning harorati $t = 40^\circ\text{C}$ gacha etsa, gidravlik ishqalanish koeffitsiyentining qiymati o'zgaradimi?

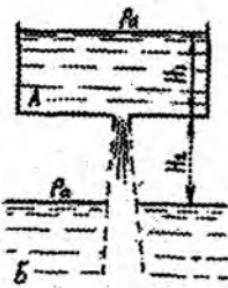
8. Nasosning so'ruvchi quvurida yo'qolgan damni (napor)ni aniqlang. Nasos kamerasida hosil bo'lgan vakuummetrik bosim $P_v = 0,4 \text{ at}$, quvur uzunligi $l = 3,0 \text{ m}$, gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti $\lambda = 0,03$ va nasos sarfi $Q = 10 \text{ l/c}$ va diametri $d = 150 \text{ mm}$ bo'lsin (4.2-rasm).

9. O'zgarmas sathli rezervuardan suv diametri $d = 60 \text{ mm}$ li quvur orqali atmosferaga uzatilmoqda. Rezervuar va jo'mrak o'rtafiga o'matilgan manometri ko'rsatishi $P_1 = 0,4 \text{ MPa}$ va suv satfi $Q = 10 \text{ l/c}$ bo'lsa, jo'mrakning qarshilik koeffitsiyenti qanday aniqlanadi? (4.3-rasm).

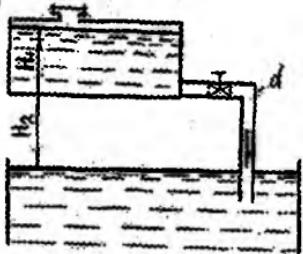
10. Rezervuarga neft nasos yordamida uzatiladi. Nasosning chiqish qismiga o'matilgan manometr ko'rsatishi $P_1 = 0,2 \text{ MPa}$, nasosdan rezervuardagi suyuqlik sathigacha bo'lgan balandligi $H = 2,0 \text{ m}$, rezervuarga o'matilgan manometr ko'rsatishi $P_2 = 0,1 \text{ MPa}$, quvur diametri $d = 50 \text{ mm}$ va quvurning qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 0,5$ bo'lganda nasos uzatayotgan sarf miqdorini aniqlang (4.4-rasm).



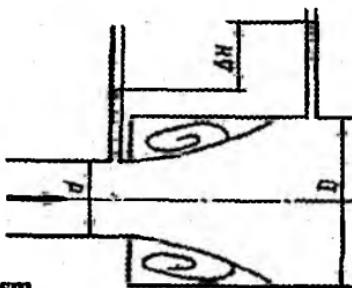
4.5- rasm.



4.6- rasm.



4.7- rasm.



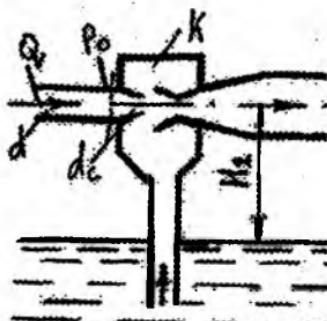
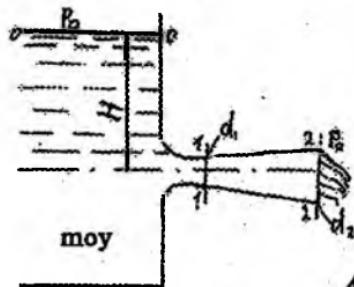
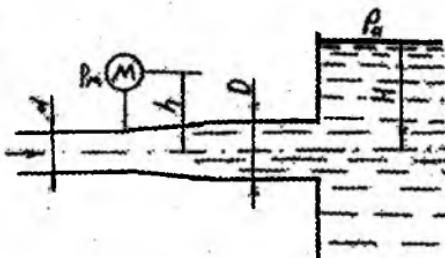
4.8- rasm.

11. Damli (napor) rezervuardan suv diametri $d = 0,2$ m bo'lgan quvurdan, damsiz rezervuarga uzatilmoqda. Quvurda o'rnatilgan jo'mrakning qarshilik koeffitsiyentini aniqlang. $P_1 = 0,4$ MPa, $H_1 = 1$ m, $H_2 = 3$ m, quvurdan o'tayotgan suv sarfi $Q = 10$ l/s va quvurning kirish qismidagi qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 0,5$ ga teng deb hisoblansin (4.5-rasm).

12. Suv yuqori rezervuardan pastki rezervuarga qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 0,4$ ga teng diffuzor orqali tushmoqda. Agar yuqori rezervuardagi suyuqlik sathi $H_1 = 1,0$, $H_2 = 1,2$ m, diametri $d = 100$ mm bo'lsa, 1-1 kesimdag'i bosim miqdori qanday aniqlanadi? (4.6-rasm).

13. Benzin sisterna (idish)dan diametri $d = 50$ mm bo'lgan quvur orqali rezervuarga tushmoqda. Quvurda o'rnatilgan jo'mrakning qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 0,3$; sarfi $Q = 5$ l/s; $H_2 = 1,2$ m, sisternadagi benzin sathidagi vakuummetrik bosim $P_v = 0,4$ at bo'lsa, H_1 ning qiymatini aniqlang (4.7-rasm).

14. Quvurning keskin kengayishida bosim $P_2 = 0,26$ MPa gacha oshadi. Agar o'tayotgan sarf $Q = 10$ l/s va $d_2 = 200$ mm bo'lib, keskin kengayishdagi



4.10- rasm.

4.11- rasm.

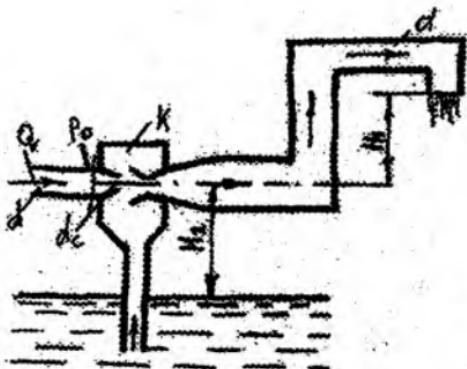
qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 1,2$ ga teng bo'lsa, 1–1 kesimdagи quvur diametrini va pezometrdagi suv sathini aniqlang (4.8-rasm).

15. Diametri $d = 20$ mm bo'lgan quvurga o'rnatilgan manometr ko'rsatishini aniqlang. Suv d quvurdan diffuzor orqali D quvurga o'tib rezervuarga oqib kiradi. Quvurdagi suv sarfi $Q = 2 \text{ l/c}$, $h = 0,3 \text{ m}$, $H = 5 \text{ m}$, diffuzoring qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 0,2$. Quvur uzunligi bo'ylab yo'qolgan dam hisobga olinmasin (4.9-rasm).

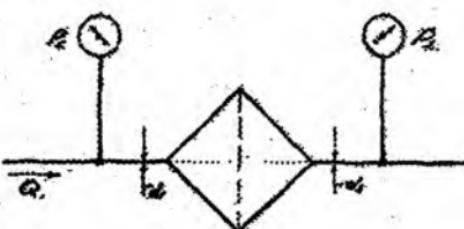
16. Struyali nasos yordamida tagxonadan suv tortib olinmoqda. Agar naycha va diffuzoring mos ravishda qarshilik koeffitsiyentlari $\xi_s = 0,08$, $\xi_2 = 0,03$ bo'lib, $d = 60 \text{ mm}$, $d_1 = 30 \text{ mm}$, $H_1 = 1 \text{ m}$ bo'lsa, d_1 quvurga o'rnatilgan manometr ko'rsatishi qanday aniqlanadi? (4.10-rasm).

17. Agar diffuzoring kengayish burchagi $\alpha = 60^\circ$, diametrlari $d = 8 \text{ mm}$, $D = 16 \text{ mm}$ va sarf miqdori $Q = 0,8 \text{ l/s}$ bo'lsa, diffuzordan o'tayotgan harorati $t = 0^\circ\text{C}$ bo'lgan motor moyining bosimi qanchaga pasayadi? (4.11-rasm).

18. Rasmida struyali nasos-ejektorning tuzilishi sxemasi berilgan. Suv diametri $d_1 = 30 \text{ mm}$ quvurda $P_0 = 10 \text{ kPa}$ bosimda kameraga yuboriladi.



4.12- rasm.



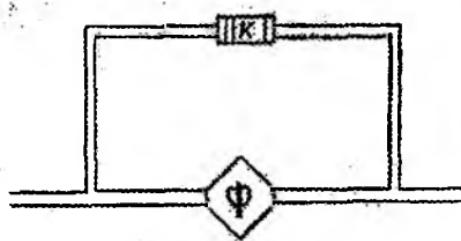
4.13- rasm.

Naychada ($d_1 = 15$ mm) oqim tezligi oshadi va bosimning kammyishi yuzaga keladi. So'ng suv diffuzor orqali quvurga uzatiladi va $H_1 = 1$ m balandlikka ko'tarilib beriladi. Agar naychaning, diffuzorning va burilishlarning qarshilik koeffitsiyentlari mos ravishda $\xi_1 = 0,06$, $\xi_2 = 0,03$, $\xi_3 = 0,25$ bo'lsa, H_1 miqdorini aniqlang (4.12-rasm).

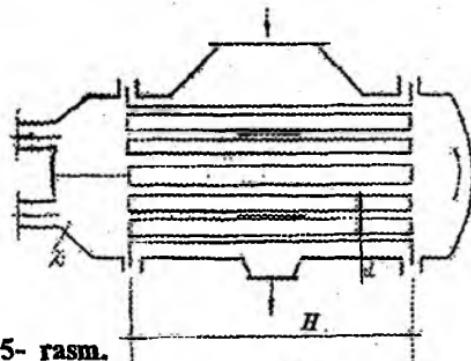
19. Motor moyini tozalash uchun filtrdan o'tkazadilar. Filtrning kirish va chiqish qismida o'matilgan manometrlarning ko'rsatishlari mos ravishda $P_1 = 10$ kPa, $P_2 = 12$ kPa va quvur diametri $d_1 = 8$ mm, $d_2 = 16$ mm bo'lib, moyning sarfi $Q = 1 \text{ l/c}$ bo'lsa, filtrda yo'qolgan bosim miqdorini aniqlang (4.13-rasm).

20. Gidroyuritmada filtrga parallel klapan o'matilgan. Klapan filtrdagи bosimlar farqi 0,3 mPa bo'lganda ochiladi. Gidroyuritmадagi moyning sarfi $Q = 0,6 \text{ l/s}$ va harorati $t = 15^\circ\text{C}$ bo'lib, quvur diametri $d = 20$ mm; filtrning qarshilik koeffitsiyenti $\xi = \frac{26,40}{Re}$ bo'lsa, klapan ochilish vaqtidagi moyning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlang (4.14-rasm).

21. Avtomobil dvigatelining sovitish tizimini suv bilan ta'minlash uchun nasos qanday dam (napor) hosil qilishi kerak. Agar suvning sarfi $Q = 4 \text{ l/s}$, termostat, silindrlar bloki, radiator va naychaning ($d = 40$ mm) mos ravishda qarshilik koeffitsiyentlari $\xi_1 = 3,5$, $\xi_2 = 2,5$, $\xi_3 = 4,0$, $\xi_4 = 2,0$ bo'lsa, nasos kirish qismidagi absolut bosimini aniqlang. Radiatorning yuqori qismidagi vakuummetrik bosim $P_v = 1 \text{ kPa}$, $H = 0,4 \text{ m}$ bo'lsin (4.15-rasm).



4.14- rasm.



4.15- rasm.

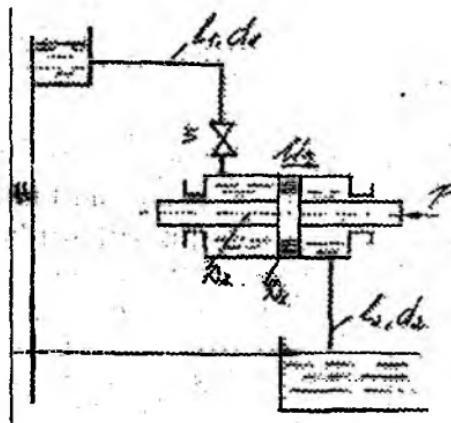
22. Quvurning diametri $d = 1,0$ mm va uzunligi $l = 15$ m. Agar po'lat quvurning uchlaridagi bosimlar farqi 30 kPa va harorati $t = 20^\circ\text{C}$ bo'lsa, quvurdan o'tayotgan suv sarfini aniqlang.

23. Bog'bon sug'orish uchun diametri $d = 1$ sm bo'lgan polietilen quvuridan foydalanadi. Agar bog'bon quvurni $d = 2,0$ sm bo'lgan boshqa quvurga almashtirsa, sug'orish vaqt qancha o'zgaradi.

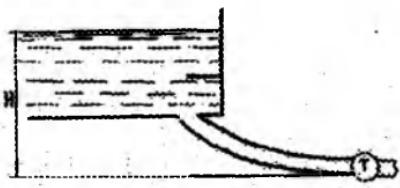
24. Kasalga minutiga $4,0 \text{ sm}^3$ qon quyish kerak. Agar tomirga yuborilgan ninaning diametri $d = 0,5$ mm va uzunligi $l = 4$ sm bo'lsa, maxsus idishni qancha balandlikka qo'yish lozim bo'ladi.

25. Suyuqlik quvvati ($N = 300$ kvt) nasos orqali gidrosvigatela uzunligi $l = 500$ m, diametri $D = 400$ mm, hidravlik ishqalanish koefitsiyenti $\lambda = 0,03$ bo'lgan quvur orqali uzatiladi. Agar suyuqlik sarfi $Q = 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ bo'lsa, nasosning chiqish qismidagi (P_1) va gidrosvigatelning kirish qismidagi (P_2) bosimlarini aniqlang (4.16-rasm).

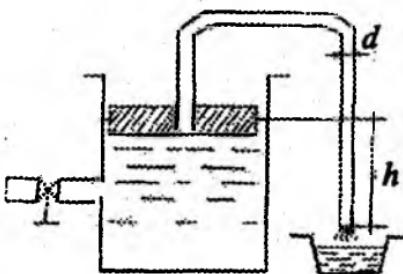
26. Chorvoq GESning turbinasiga suv $H = 150$ m balandlikdan



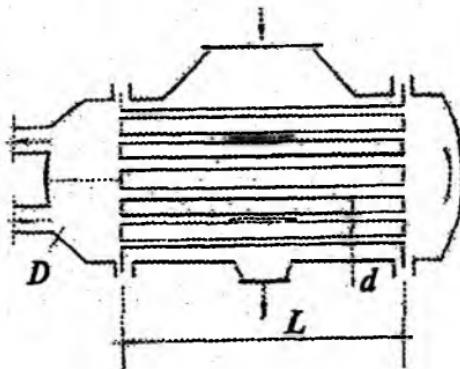
4.16- rasm.



4.17- rasm.



4.18- rasm.



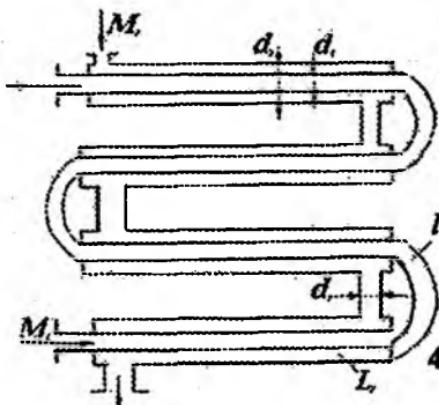
4.19- rasm.

uzunligi $l = 300$ sm quvur orqali uzatiladi. Agar quvurning gidravlik ishqalanish koefitsiyenti $\lambda = 0,02$, diametri $D = 1,5$ m bo'lsa, gidrotrubinaga kelayotgan suv sarfini va trubinada hosil bo'ladigan quvvati aniqlang (4.17-rasm).

27. Sug'orish maydoniga suyultirilgan mineral o'g'itni ($v = 0,05 \text{ sm}^2/\text{s}$) bir xil miqdorda uzatish uchun sifonli dozimetri ishlataladi. Sifonli nayning diametri $d = 5$ mm, uzunligi $l = 600$ mm, gidravlik ishqalanish koefitsiyenti $\lambda = \frac{0,316}{\sqrt{Re}}$ bo'lsa, sifondan o'tayotgan sarfni aniqlang (4.18-rasm).

28. Bug' mashinasini sovitish uchun suv 100 ta parallel va har birining uzunligi $l = 5$ m, diametri $d = 16$ mm bo'lgan cho'yan naychalardan o'tadi. Kondensatorning kirish va chiqish qismidagi quvur diametri $D = 300$ mm; suvning sarfi $Q = 5 \text{ l/s}$ va harorati $t = 15^\circ\text{C}$ bo'lsa, kondensatorda quvur uzunligi bo'ylab yo'qolgan damni aniqlang (4.19-rasm).

29. Auditoriyani isitish uchun ketma-ket ulangan to'rt qismdan iborat qurilmadan foydalilanildi. Agar quvurning diametri $d = 50$ mm va har bir



4.20- rasm.



4.21- rasm.

qismning uzunligi $l = 5 \text{ m}$ dan bo'lib, qurilmada yo'qolgan dam (napor) $h = 1,8 \text{ m}$ bo'lsa, qurilmaga yuboriladigan harorati $t = 70^\circ\text{C}$ li suvning sarfini aniqlang. Mahalliy qarshiliklar koeffitsiyenti $\xi = 1,5$ va gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti $\lambda = \frac{0,316}{\sqrt{\text{Re}}}$ (4.20-rasm).

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt{\text{Re}}} \quad (4.20\text{-rasm}).$$

30. Isitish pechiga mazut ($v = 0,27 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$) diametri $d = 20 \text{ mm}$ va uzunligi $l = 25 \text{ m}$ bo'lgan quvurda uzatiladi. Agar quvurning chiqish joyidagi bosim $P = 50 \text{ kPa}$ bo'lsa, mazut baki quvur oxiridan qaysi balandlikda joylanishi kerak (4.21-rasm).

5. KALTA QUVYRLARNING GIDRAVLIK HISOBI

Quvurlar deb har xil suyuqliklar (suv, neft, benzin, qorishmalar va h.k.) uzatishga mo'ljalangan o'tkazgich — quvurlarga aytamiz.

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

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

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

Nasoslarning so'ruvchi quvuri, sifon, gidroyuritmalar quvurlari, moylash, avtomobil yog'i uzatish tarmoqlari va h.k.lar kalta quvurlarga misol bo'ladi.

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

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

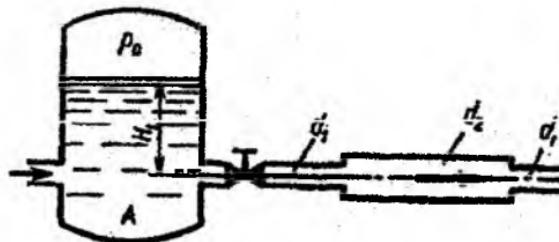
Quvurlar ishlash sxemasiga qarab: sodda va murakkab quvurlarga bo'linadi. Tarmoqlarga ega bo'limgan quvurlar sodda quvurlar deyiladi.

Bir necha tarmoqlarga bo'linadigan quvurlar — **murakkab quvurlar** deyiladi.

Mavzuga doir masalalarni yechish uchun ko'rsatma

Masala. Berilgan quvurlar tizimi orqali, rezervuardan atmosferaga oqib chiqayotgan suv sarflining miqdorini aniqlash lozim bo'lsin (1-rasm).

Quvurlarning diametrlari, uzunligi va materiali ($\Delta; \lambda$) ma'lum bo'lib, quyidagi qiymatlarga ega bo'lsin:



1- rasm.

$$d_1 = 150 \text{ mm}; \quad d_2 = 200 \text{ mm}; \quad d_3 = 250 \text{ mm}; \\ l_1 = 20 \text{ m}; \quad l_2 = l_3 = 15 \text{ m}; \\ \lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = 0,02 \quad N = 3,0 \text{ m};$$

Jumrakning qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 0,4$;

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

1) Kesimlarni tanlaymiz:

I-I va II-II

2) Taqqoslash tekisligini o'tkazamiz:

0-0,

3) Oqim uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_f$$

4) Tenglamalardagi hadlarni aniqlaymiz:

$$z_1 = H; P_1 = P_a; V_1 = 0; \alpha_1 = \alpha_2 = 1$$

$$z_2 = 0; P_2 = P_a; V_2 = ?$$

5) Aniqlangan hadlarni tenglamaga qo'yamiz:

$$H + \frac{P_a}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{P_a}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

bu erdan:

$$H = \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

Endi quvurlar tizimida yo'qolgan dam $- h_f$, miqdorini aniqlaymiz:
Ma'lumki,

$$h_f = \sum h_e + \sum h_M$$

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

$$\sum h_e = h_{e1} + h_{e2} + h_{e3} = \frac{\lambda l_1}{d_1} \frac{V_1^2}{2g} + \frac{\lambda l_2}{d_2} \frac{V_2^2}{2g} + \frac{\lambda l_3}{d_3} \frac{V_3^2}{2g}$$

Uzilmaslik tenglamasidan

$$V_1 \omega_1 = V_2 \omega_2 = V_3 \omega_3$$

$V_1 = \frac{\omega_3}{\omega_1} V_3; V_2 = \frac{\omega_3}{\omega_1} V_3$ ekanligidan foydalanib, hamda $V_3 = V_2$

$$\sum h_e = \left[\frac{\lambda_1 l_1}{d_1} \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 + \frac{\lambda_2 l_2}{d_2} \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 + \frac{\lambda_3 l_3}{d_3} \right] \frac{V_2^2}{2g} \quad (3)$$

$$\text{yoki } \sum h_e = \xi_1 \frac{V_2^2}{2g}$$

Mahalliy qarshiliklarda damning yo'qolishi ko'rileyotgan misolda, quyidagi joylarda sodir bo'ladi: quvurning kirish qismida $- (\xi_1)$; keskin kengayishda $- (\xi_2)$; keskin torayishda $- (\xi_3)$; berkitgichda $- (\xi_4)$.

U holda

$$\sum h_M = \xi_1 \frac{V_1^2}{2g} + \xi_2 \frac{V_2^2}{2g} + \xi_3 \frac{V_3^2}{2g} + \xi_4 \frac{V_4^2}{2g}$$

Uzilmaslik tenglamasidan va $V_3 = V_2$ ekanligidan foydalanib

$$\sum h_M = \xi_1 \frac{V_1^2}{2g} + \xi_2 \frac{V_2^2}{2g} + \xi_3 \frac{V_3^2}{2g} + \xi_4 \frac{V_4^2}{2g} \quad (4)$$

yoki

$$\sum h_M = \xi_M \frac{V_2^2}{2g}$$

Jadvaldan mahalliy qarshilik qiymatlarini olib, ξ_M ni hisoblaymiz.
(3) va (4) tenglamalarini (2) qo'yib tizimda yo'qolgan dam uchun quyidagi ifodani olamiz

$$h_f = \xi_M \frac{V_2^2}{2g} + \xi_1 \frac{V_2^2}{2g} = (\xi_M + \xi_1) \frac{V_2^2}{2g}$$

yoki

$$h_f = \xi_s \frac{V_2^2}{2g} \quad (5)$$

bu yerda: ξ_s – tizimning qarshilik koefitsiyenti.

(5) ifodani (2) ga qo'yib

$$H = \frac{V_2^2}{2g} + \xi_s \frac{V_2^2}{2g}$$

bu erdan

$$V_2 = \frac{1}{\sqrt{1+\xi_s}} \sqrt{2gH}$$

yoki

$$V_2 = \varphi \sqrt{2gH};$$

bu yerda φ – tezlik koefitsiyenti.

U holda quvurlar tizimi orqali oqib chiqayotgan sarf

$$Q = \mu \omega_3 \sqrt{2gH} = 0,17 \cdot \frac{\pi d_3^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3} = 0,06 \text{ m}^3/\text{s}$$

bu yerda μ – sarf koefitsiyenti.

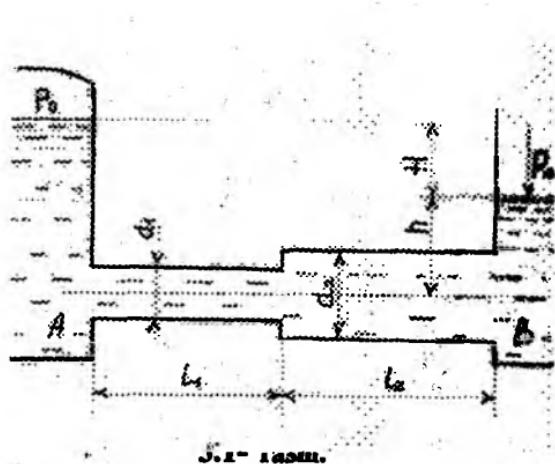
MASALALAR

1. Suv bir rezervuardan ikkinchisiga ketma-ket ulangan ikkita quvurlar orqali uzatiladi. Quvurlarning diametri va uzunligi mos ravishda $d_1 = 150 \text{ mm}$;

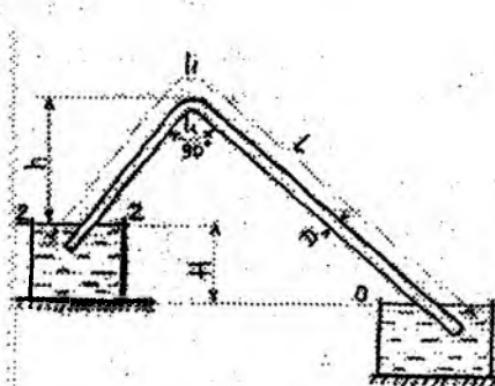
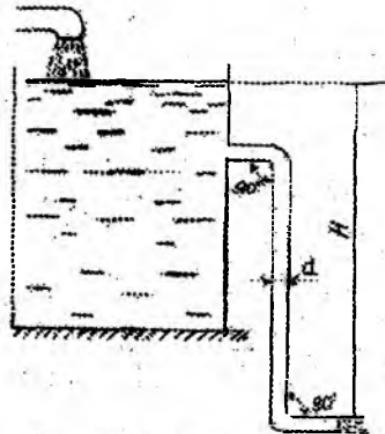
$l = 25 \text{ m}$; $d_2 = 200 \text{ mm}$; $l_2 = 35 \text{ m}$; gidravlik ishqalanish koefitsiyenti $\lambda_1 = \lambda_2 = 0,03$. Agar $H_1 = 3,0 \text{ m}$; $H_2 = 10 \text{ m}$; $P_M = 20 \text{ kPa}$ bo'lsa, quvurdagi suv sarfi — Q ni aniqlang. Pezometrik va dam (napor) chiziqlarini chizing (5.1-rasm).

2. Rezervuarga quyilayotgan sarf $Q = 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$. Rezervuarda o'zgarmas suv sathini aniqlash uchun quvur orqali suv atmosferaga oqib chiqadi. Agar quvur uzunligi $\lambda = 0,025$ bo'lib, rezervuarga kelayotgan va chiqayotgan sarf bir xil bo'lishi uchun N -miqdorni aniqlang (5.2-rasm).

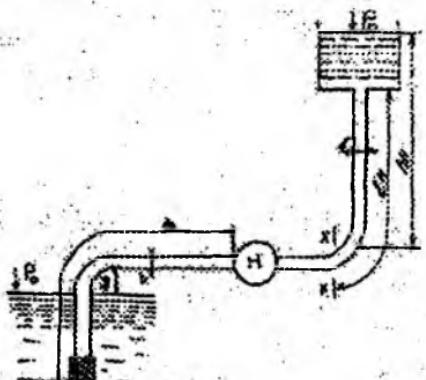
3. Magistral kanaldan novga harorati $t = 20^\circ\text{C}$ suv po'lat sifon orqali uzatiladi. Sifonning diametri $D = 30 \text{ mm}$; uzunligi $l = 18 \text{ m}$, sarfi $Q = 0,5 \text{ l/s}$, $h = 4,0 \text{ m}$ bo'lsa, kanal va novdagisi suvlar sathining farqini aniqlang (5.3-rasm).



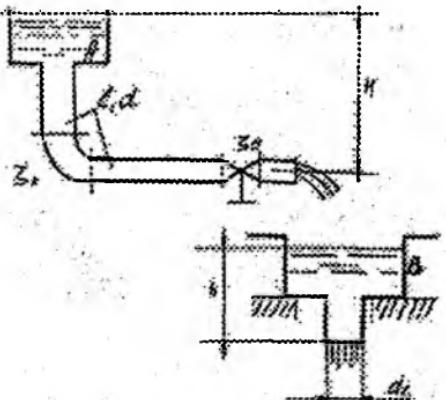
5.1- rasm.



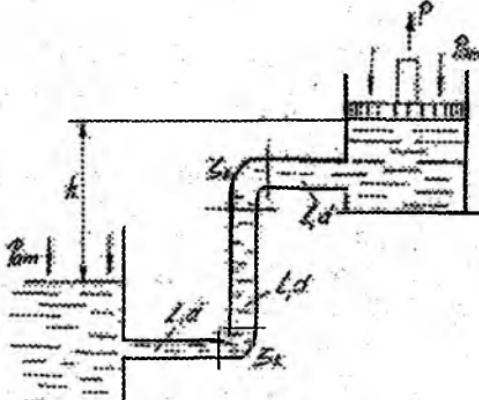
5.3- rasm.



5.4- rasm.



5.5- rasm.



5.6- rasm.

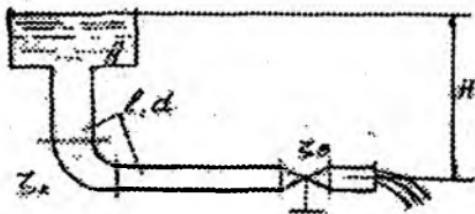
4. Markazdan qochma nasos harorati $t = 20^\circ\text{C}$ suvni diametri $d = 100 \text{ mm}$ va uzunligi $l = 30 \text{ m}$ li po'lat quvur orqali $N = 30 \text{ m}$ balandlikka uzatmoqda. Agar $x-x$ kesimdagи bosim $P_x = 0,2 \text{ mPa}$ bo'lsa quvurdagi suv sarfini aniqlang (5.4-rasm).

5. Suv A-rezervuardan B-rezervuarga diametri $d = 80 \text{ mm}$ va uzunligi $l = 10 \text{ m}$ quvur orqali uzatiladi. B-rezervuardan suv naycha orqali (sarfi koeffitsiyenti $\mu = 0,82$) atmosferaga oqib chiqmoqda. Agar B-rezervuardagi suyuqlik sathi $h = 2,0 \text{ m}$ bo'lsa, gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti $\lambda = 0,03$; burilish va jo'mrakning qarshilik koeffitsiyentlari: $\xi_1 = 0,4$; $\xi_2 = 3,0$ bo'lsa, A-rezervuarda qanday dam (napor) H bo'lishi kerak (5.5-rasm).

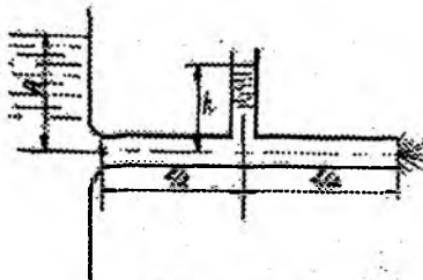
6. O'zgarmas sathli rezervuardan suv diametri $D = 300 \text{ mm}$ li porshen yordamida ko'tariladi. Agar quvurning diametri $d = 50 \text{ mm}$ va har bir qismining uzunligi $l = 5,0 \text{ m}$, $h = 7,0 \text{ m}$ bo'lib, burilishlarning qarshilik koeffitsiyentlari $\xi = 0,5$; gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti $\lambda = 0,02$ bo'lsa, porshenning siljish tezligini aniqlang (5.6-rasm).

7. Suv rezervuardan atmosferaga diametri $d_1 = 150 \text{ mm}$, $d_2 = 100 \text{ mm}$ li ikki qismdan iborat quvurdan oqib chiqmoqda. Quvur har bir qismining uzunligi 30 m ; $H = 4,0 \text{ m}$ bo'lsa, quvurdan oqib chiqayotgan sarf miqdorini aniqlang. Gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti $\lambda = 0,035$, jo'mrakning qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 10$ (5.7-rasm).

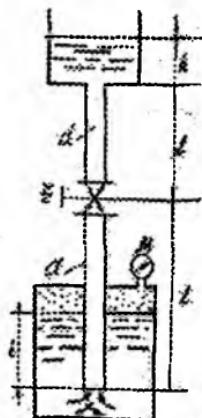
8. Rezervuardan suv atmosferaga diametri $d = 50 \text{ mm}$ va uzunligi $l = 40 \text{ m}$ bo'lgan quvur orqali oqib chiqmoqda. Agar rezervuardagi suv



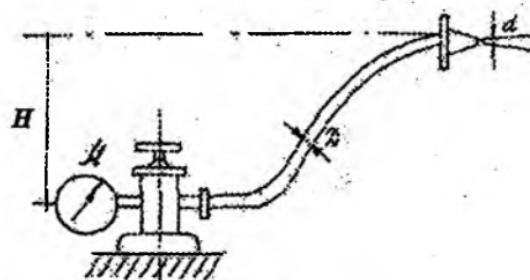
5.7- rasm.



5.8- rasm.



5.9- rasm.



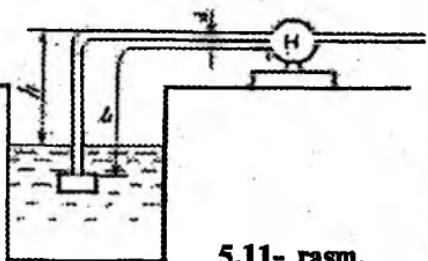
5.10- rasm.

sathi $H = 10 \text{ m}$ va quvur o'rtasiga o'rnatilgan pezometrdagi suv sathining balandligi $h = 4,0 \text{ m}$ bo'lsa, suv sarfi Q va gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti λ ni aniqlang (5.8-rasm).

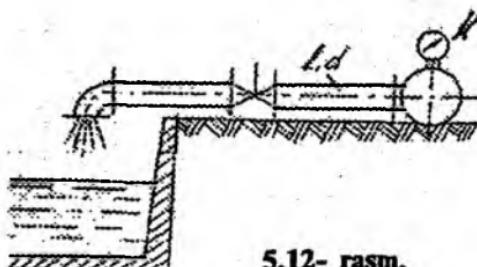
9. Suv yuqoridagi rezervuarga vertikal quvur orqali uzatilmoqda ($d = 30 \text{ mm}$; $l = 3 \text{ m}$; $h = 0,5 \text{ m}$). Agar uzatilayotgan suv sarfi $Q = 2 \text{ l/s}$ bo'lsa, pastki rezervuardagi suv sathidagi bosimni aniqlang. Quvurning g'adir-budirligi $\Delta = 0,2 \text{ mm}$; jo'mrakning qarshiligi $\xi = 8,0$ (5.9-rasm).

10. $H = 10 \text{ m}$ balandlikka suv ko'tarib berish uchun yong'in quvurining uzunligi — L qancha bo'lishi kerak. Quvurning diametri $d = 60 \text{ mm}$; gidraktdagi suv bosimi $P = 0,6 \text{ mPa}$ bo'lib, suv sarfi $Q = 0,025 \text{ m}^3/\text{s}$ bo'lsa, quvurning qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 1,0$ (5.10-rasm).

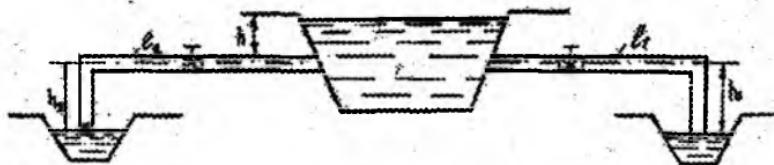
11. Nasos so'rvuchi quvurining uzunligi $l = 2,0 \text{ m}$, diametri $d = 300 \text{ mm}$, suyuqlik sarfi $Q = 0,4 \text{ l/s}$. Rezervuardagi suv sathida bosim $P_0 = 100 \text{ kPa}$, $H = 1,5 \text{ m}$. Nasosning kirish qismidagi absolyut bosimni aniqlang. Suyuqlik



5.11- rasm.



5.12- rasm.



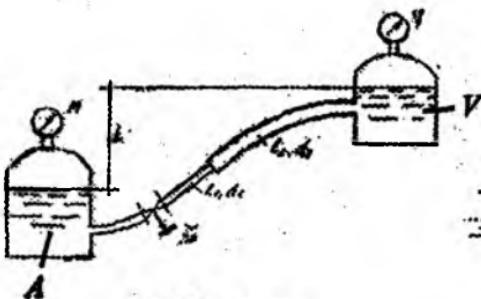
5.13- rasm.

harorati $t = 35^\circ\text{C}$ ($\nu = 0,2 \text{ St}$). Qish faslida suyuqlik harorati $t = 2^\circ\text{C}$ ($\nu = 1,0 \text{ St}$) tushsa, bosim miqdori qancha bo'ladi (5.11-rasm).

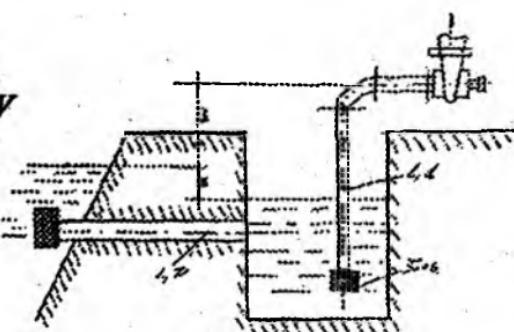
12. Ikkita fermer xo'jaligi magistral kanaldan bir xil diametrli va bir xil o'lchamlardagi quvurlar yordamida suv oladi. Agar birinchi xo'jalik po'lat quvur orqali ikkinchi xo'jalik cho'yan quvur orqali suv olsa, olayotgan suv sarflarining nisbati qanday bo'ladi $\frac{Q_1}{Q_2} = ?$ (5.12-rasm).

13. Yuqoridagi masalada quvurlar quyidagi o'lchamlarga ega bo'lsa: $d_1 = d_2 = 200 \text{ mm}$; $l_1 = l_2 = 40 \text{ m}$; $\xi_1 = 1,5$; $\xi_2 = 1,6$; $h_1 = 1,5h_2$; $h = 2,0 \text{ m}$; $\lambda_1 = \lambda_2 = 0,03$ bo'lsa, sarflar nisbatini aniqlang (5.12-rasm).

14. Basseyн (hovuz)ni to'ldirish uchun suv magistral quvurdan olinadi. Magistral quvurdagi suv bosimi $P_M = 240 \text{ kPa}$ bo'lib, basseynga keladigan quvur uzunligi $l = 50 \text{ m}$; quvurdagi mahalliy qarshiliklar: jo'mrak ($\xi = 3,0$), burilish ($\xi = 0,4$) bo'lib, quvurning g'adir-budirligi $\Delta = 0,2 \text{ mm}$, suv harakat rejimi kvadrat qarshilik sohasida deb qabul qilinsin. Quvurning diametri d ni aniqlang, agar basseyн hajmi $W = 60 \text{ m}^3$ bo'lib, $T = 20$ minutda to'lsa (5.13-rasm).



5.14- rasm.

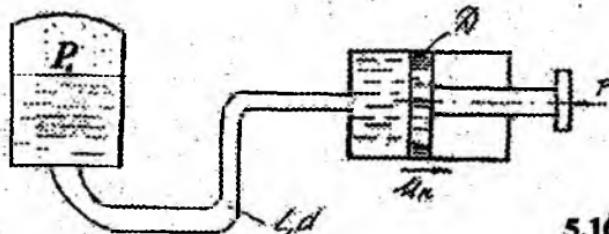


5.15- rasm.

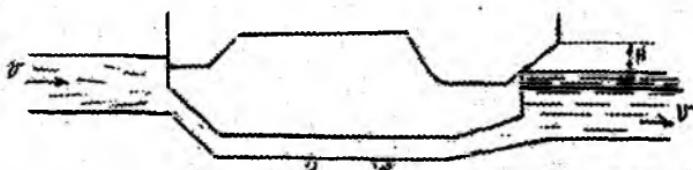
15. Benzin A-rezervuardan V-rezervuarga uzunliklari $l_1 = 40$ m; $l_2 = 20$ m; diametrlari $d_1 = 30$ mm, $d_2 = 40$ mm li quvurlar orqali uzatilmoqda. A-rezervuardagi manometrning ko'satisi - $P_M = 120$ kPa va V-rezervuardagi vakuummetr ko'satisi - $P_V = 30$ kPa. Rezervuarlardagi suyuqliklar sathining farqi $h = 5,0$ m; quvurning g'adir-budirligi $\Delta = 0,2$ mm, jo'mrakning qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 3,0$ m. Quvurdan o'tayotgan benzin sarfini aniqlang (5.14-rasm).

16. Tindirgichga suv kanaldan uzunligi $l = 20$ m, diametri $D = 150$ mm bo'lgan quvur bilan uzatiladi. Tindirgichdan suv markazdan qochma nasos orqali olinadi. Nasosning kanalidagi suv sathiga nisbatan o'rnatilgan balandligi $h = 5,0$ m, nasos so'ruvchi quvurining diametri $d = 100$ mm, uzunligi $l = 10$ m bo'lib, nasos kamerasida hosil bo'lgan vakuum miqdori $h_v = 6$ m, burilish va to'siqlarning qarshilik koeffitsiyentlari: $\xi_1 = 0,4$; $\xi_2 = 6$; $\xi_3 = 2,0$ bo'lsa, nasos uzatayotgan suyuqlik sarfini aniqlang. Shu sarfda kanal va quduqdag'i suv sathining farqi - z qancha bo'ladi? Quvurlarning gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti $\lambda = 0,03$ (5.15-rasm).

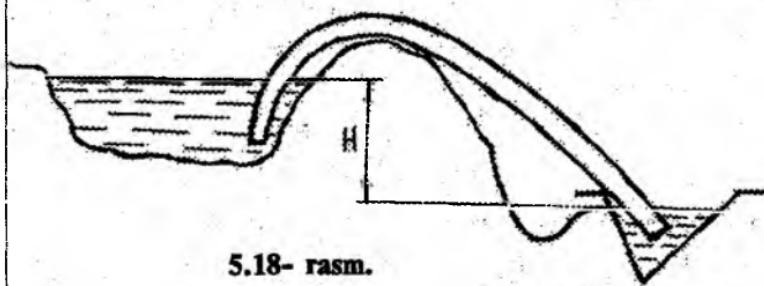
17. Hajmiy gidroyuritmadagi gidravlik akkumulyator sathidagi bosim $P_0 = 100$ kPa bo'lib, gidrosilindrga ($D = 60$ mm) quvurning uzunligi $l = 12$ m va diametri $d = 15$ mm, g'adir-budirligi $\Delta = 0,02$ mm. Porshenning harakat tezligini aniqlang. Porshen shtokiga quyilgan kuch $R = 12$ kn. Mahalliy qarshiliklar hisobga olinmasin (5.16-rasm).



5.16- rasm.



5.17- rasm.



5.18- rasm.

18. Toshkent kichik xalqa yo'lining ostidan Salar kanali dyuker orqali o'tadi. Dyuker to'g'ri to'riburchak shaklida temir-betondan yasalgan bo'lib, quyidagi o'lchamlarga ega: $a = 1,6 \text{ m}$; $b = 2,2 \text{ m}$; $l = 30 \text{ m}$, burilish burchaklari $\alpha = 30^\circ$. Beflardagi suv sathining farqi $H = 0,5$; suvning harorati $t = 20^\circ\text{C}$; dyuker-quvur g'adir-budirligi $\Delta = 1 \text{ mm}$ bo'lsa, suv sarfini aniqlang. Yuqori va pastki befda suv tezligi: $V_1 = 0,5 \text{ m/s}$; $V_2 = 0,6 \text{ m/s}$ (5.17-rasm).

19. To'rtinchi qavatda joylashgan gidravlika laboratoriyasiga suv birinchi qavatdan po'lat quvur orqali uzatiladi. Agar har bir etajda bir xil jo'mrak o'matilgan bo'lib, jo'mrakning qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 0,5$; quvur uzunligi $l = 20 \text{ m}$; diametri $d = 100 \text{ mm}$ bo'lsa, suvni (sarfi $Q = 5 \text{ l/s}$) to'rtinchi qavatga chiqarish uchun nasosning chiqish qismidagi manometrik bosim qanday bo'lishi kerak. Suvning harorati $t = 15^\circ\text{C}$.

20. Tog'dagi daryodan suv po'lat sifon orqali olinadi. Sifonning diametri $d = 200$ mm, uzunligi $l = 40$ m, beflardagi suv sathining farqi $H = 20$ m, suvning harorati $t = 10^\circ\text{C}$ bo'lsa, sifondan tushayotgan suv sarfini aniqlang. Mahalliy qashshiliklarda yo'qolgan dam (napor) hisobga olinmasin. (5.18-rasm).

2. SUYUQLIKNING TESHIK VA NAYCHALARDAN OQIB CHIQISHI

Mavzuga doir masalalarni yechish uchun ko'rsatma:

Masala: Yuqoridaq idishdan tushayotgan suv (sarfi $Q = 0,6 \text{ l/s}$), idish tubidagi teshik orqali ($d = 30 - 15 \text{ mm}$) pastki idishga tushmoqda va pastki idish tubidagi teshik orqali ($d = 25 \text{ mm}$) atmosferaga oqib chiqmoqda. Idishlardagi suv damlarini aniqlang.

Yechimi: Idishlardagi suv sathi o'zgarmasligini inobatga olib, har bir idishlardan tushayotgan suv sarfi bir xil bo'lishini hisobga olib, idishlardagi suv damlarini quyidagicha aniqlaymiz:

$$Q = \mu \omega_1 \sqrt{2gH_1};$$

$$Q = \mu \omega_2 \sqrt{2gH_2};$$

bu yerdan

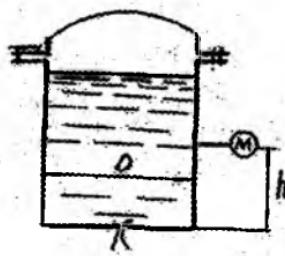
$$H_1 = \frac{Q^2}{(\mu \omega_1)^2 2g} = 2,13 \text{ m};$$

$$H_2 = \frac{Q^2}{(\mu \omega_2)^2 2g} = 0,76 \text{ m};$$

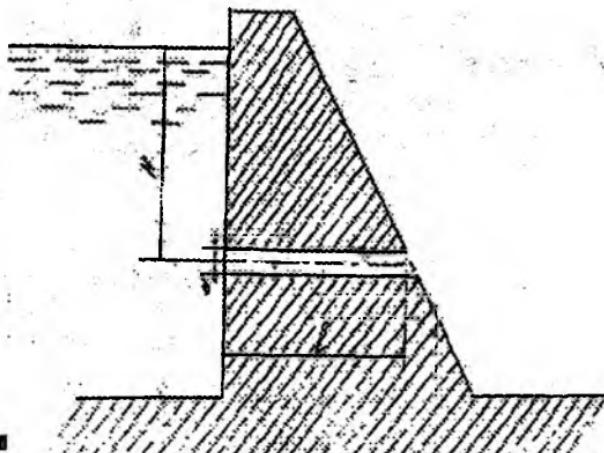
MASALALAR

1. Suyuqlik diametri $d = 10 \text{ mm}$ teshik orqali $H = 3 \text{ m}$ dam (napor) ostida atmosferaga oqib chiqmoqda. Teshikdan oqib chiqayotgan suv sarfini aniqlang, agar siqilish, tezlik va qarshilik koeffitsiyentlari quyidagicha bo'lsa: $\epsilon = 0,62$; $\varphi = 0,97$; $\xi = 0,06$.

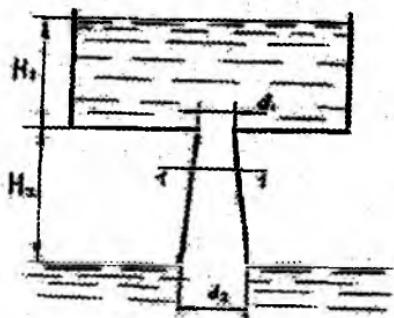
2. Sisternadan diametri $d = 100 \text{ mm}$ bo'lgan teshikdan atmosferaga oqib chiqayotgan suv sarfini aniqlang. Agar sisterna diametri $D = 250 \text{ mm}$,



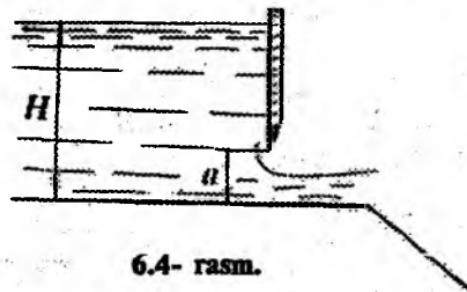
6.1- rasm.



6.2- rasm



6.3- rasm.



6.4- rasm.

sisternaga o'rnatilgan manometrning ko'rsatishi $R_m = 0,2 \text{ MPa}$ va manometrning o'rnatish balandligi $h = 1,3 \text{ m}$ bo'lsa.

Agar teshikka xuddi shu diametrtdagi naycha ulansa suyuqlik sarfi qanday o'zgaradi? Teshikning qarshilik koeffitsiyenti $\xi = 0,04$ (6.1-rasm).

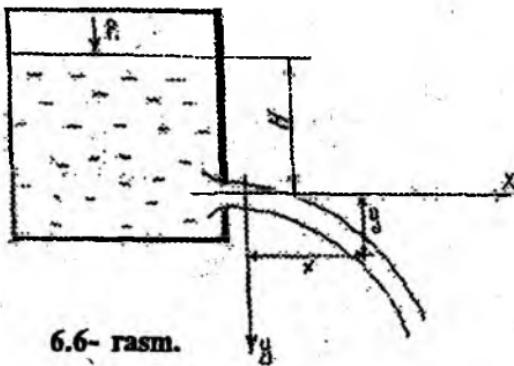
3. To'g'on devoriga o'matilgan silindrik naycha orqali $Q = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ sarfni pastki b'enga o'tkazish kerak. B'eflardagi suyuqliklar sathining farqi $H = 10 \text{ m}$, naychaning sarf koeffitsiyenti $\mu = 0,82$. Naycha diametrini aniqlang (6.2-rasm).

4. Suv yuqori rezervuardan pastki rezervuarga diametri $d_1 = 150 \text{ mm}$ va $d_2 = 200 \text{ mm}$ li diffuzor orqali oqib o'tmoqda. Teshik va diffuzorning qarshilik koeffitsiyentlari: $\xi_1 = 0,06$; $\xi_2 = 0,03$.

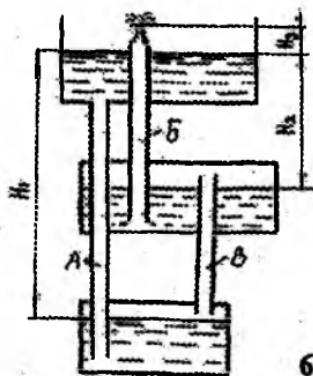
Agar 1-1 kesimdagagi absolyut bosim nolga teng bo'lib, $H_2 = 1.5 \text{ m}$



6.5- rasm.



6.6- rasm.



6.7- rasm.

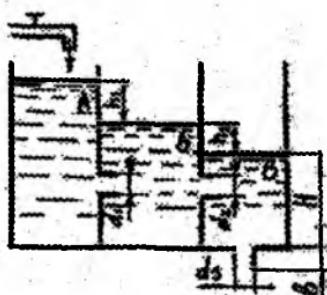
bo'lsa, yuqori rezervuарdagi suv sathining balandligi — H_1 nimaga teng bo'ladi. (6.3- rasm).

5. Eni $b = 2,6$ m li tarnovdagи darvoza tagidan oqib chiqayotgan suv sarfini aniqlang. Darvozaning ko'tarilish balandligi $\alpha = 0,7$ m yuqori b'efdagi suv dami (napori) $H = 6,0$ m. Siqilish va tezlik koeffitsiyentlari: $\varepsilon = 0,67$; $\varphi = 0,97$ (6.4-rasm)

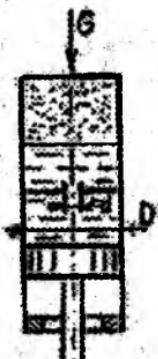
6. Yupqa devorli uchburchak ($\alpha = 90^\circ$) tarnov (suv o'tkazgichdan) o'tayotgan suv sarfi $Q = 40$ l/s; $m = 0,32$ bo'lsa, suv o'tkazgichdagi suv damini (napori) — H ni aniqlang. (6.5-rasm).

7. Diametri $d_0 = 10$ mm li teshikdan oqib chiqayotgan suv oqimi o'lchamlari quyidagicha: $X = 5,5$ m, $Y = 4$ m. Teshik ustidagi suyuqlik dami (napori) $H = 2$ m va sarfi $0,3$ l/s. Teshikning qarshilik — ξ , siqilish — ε , tezlik — φ , sarf — μ koeffitsiyentlarini aniqlang (6.6-rasm).

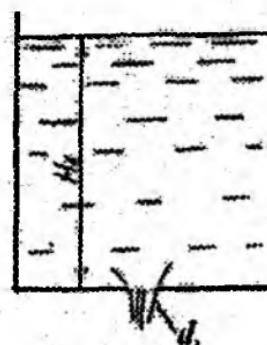
8. Rasmda «Geron fontani» nomli qurilma sxemasi keltirilgan. A va B quvurlar suv bilan to'ldirilgan, V quvur havo bilan. Qurilmaning ishlash prinsipini tushuntiring. Naychadan oqib chiqayotgan suv tezligini aniqlang, agar $H_1 = 24$ m; $H_2 = 4$ m; $H_3 = 0,4$ m. Damning yo'qolishini hisobga olmang. (6.7-rasm).



6.8- rasm.



6.9- rasm.



6.10- rasm.

9. Suv A rezervuardan B rezervuarga $d_1 = 10 \text{ mm}$ teshik orqali o'tadi. B rezervuardan V rezervuarga $d_2 = 12 \text{ mm}$ naycha orgali o'tadi va V rezervuardan $d_3 = 8 \text{ mm}$ li naycha orgali atmosferaga oqib chiqib ketadi. Agar $H = 1,2 \text{ m}$ va sarf koefitsiyentlari $\mu_1 = 0,64$; $\mu_2 = \mu_3 = 0,82$, bo'lsa rezervuardan o'tayotgan sarf miqdorini va h_1 , h_2 ni aniqlang (6.8-rasm)

10. Rasmda gidropnevmoamortizator sxemasi berilgan. Amortizasiya jarayonida suyuqlik ($\rho = 900 \text{ kg/m}^3$) teshik orgali ($d = 8 \text{ mm}$) o'tadi va hayo siqiladi. Porshen $D = 100 \text{ mm}$, silindr ustiga qo'yilgan kuch $G = 50 \text{ kN}$; havoning bosimi $P = 0,2 \text{ MPa}$ va teshikning sarf koefitsiyent $\mu = 0,75$ bo'lsa silindrning siljish tezligini aniqlang (6.9-rasm)

11. Suyuqlik idish tubidagi kichik teshikdan ($d = 12 \text{ mm}$) o'zgarmas dam ($H = 2,0 \text{ m}$) ostida oqib chiqmoqda. Agar xajmi 2 m^3 idish $t = 2$ minutda suvga to'lsa, teshikning qarshilik, sarf va siqilish koefitsiyentlarini aniqlang (6.10-rasm).

12. Neft tashuvchi yuk kemasining yonida (bortida) teshik hosil bo'ldi. Agar yukxonashakli to'gri parallelepi ped bo'lib, eni $B = 6 \text{ m}$; uzunligi $L = 30 \text{ m}$; balandligi $H = 4,0 \text{ m}$ bo'lib, teshikning diametri $d = 10 \text{ mm}$ va sarf koefitsiyenti $\mu = 0,6$ bo'lsa, yukxonadagi neft qancha vaqtida dengizga oqib tushadi.

13. Yopiq rezervuardan suv atmosferaga teshikdan ($d_1 = 10 \text{ mm}$) va silindrik naycha ($d_2 = 20 \text{ mm}$) orgali oqib chiqmoqda. Agar rezervuardagi suv napori (dami) $H = 2 \text{ m}$, teshik va naychadan oqib chiqayotgan sarflar farqi $Q = 10 \text{ l/s}$ bo'lsa, rezervuardagi suv sathidagi manometrik bosimni aniqlang.

14. Suv ombordan suv to'g'on devoriga o'rnatilgan naycha orqali ($d = 0,5 \text{ m}$) oqib chiqmoqda. Agar to'gonning uzunligi $L = 10 \text{ m}$; suv

ombordagi suv satxining yuzasi $S = 0,224 \text{ km}^2$ bo'lsa suvning sathi $H = 6,5 \text{ m}$ dan $H = 0,5 \text{ m}$ gacha qancha vaqtida tushadi.

15. Rezervuarga nasos orqali benzin uzatilmoqda (sarfi $Q = 10 \text{ l/s}$). Rezervuardagi boshlang'ich napor (dam) $H = 1,0 \text{ m}$. Rezervuarga o'rnatilgan teshikdan (diametri $d = 20 \text{ mm}$; sarf koeffitsiyenti $\mu = 0,65$) benzin atmosferaga oqib chiqmoqda. Rezervuardagi benzin sathi o'zgaradimi?

7. GIDRAVLIK MODELLASHTIRISH

Loyihalanayotgan yoki ishlab chiqarishga joriy etilayotgan qurilmalarni sinash uchun ma'lum sharoitda ularning modeli tuziladi.

Modellashda o'xshashlik nazariyasiga asoslanadi.

Geometrik o'xshashlik. Bunday o'xshashlikda asl nusxa (natura) va model o'lchamlari bir xil nisbatda bo'ladi, ya'ni:

$$\frac{d_H}{d_M} = \frac{b_H}{b_M} = \alpha = \text{const}$$

bu yerda: d_H, d_M — mos ravishda natura va modelning diametrlari;

b_H, b_M — mos ravishda natura va model geometrik o'lchamlari.

Kinematik o'xshashlik. Bunday o'xshashlikda suyuqlik zarrachalari ning tezliklari nisbatlari teng bo'lishi kerak, ya'ni:

$$\frac{V_H}{V_M} = \frac{U_H}{U_M} = \text{const}$$

Dinamik o'xshashlik. Bunday o'xshashlikda geometrik, kinematik o'xshashlik shartlari bajarilgan holda, oqimiga ta'sir etayotgan kuchlar nisbati hisobga olinadi. Dinamik o'xshashliklar quyidagi sonlar orqali belgilanadi:

Eyler soni: $E_u = \frac{P}{\rho V^2}$

Reynolds soni: $Re = \frac{Vd}{\nu}$

Frud soni: $F = \frac{V^2}{g l}$

Struxal soni: $S_1 = \frac{l}{tV}$

Bu yerda: l — uzunlik birligi; t — vaqt.

Mavzuga doir masalalarini echishga ko'rsatma

1-masala: Diametri $d = 300$ mm bo'lgan po'lat qurvurda ($\Delta = 0,1$ mm) ikkita mahalliy qarshilik: burilish va jumrakning bir-biriga ta'siri o'r ganilmoqda. Mahalliy qarshiliklar bir-biriga ta'sir qilmagan holda ishlashlari uchun ular orasidagi masofa modelda va naturada qanday bo'lishi kerak. Quvur kvadrat qarshilik sohasida ishlab, modelning mashtabi 1:10 bo'lsin.

Yechimi: Mahalliy qarshiliklarning bir-biriga ta'siri bo'lishi uchun, ular orasidagi masofa quyidagidan kam bo'lishi kerak:

$$L = \left(\frac{12}{\lambda} - 50 \right) d.$$

Modeldag'i va naturadagi quvurning gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti Shifrinson yoki K.Sh.Latipov formulasi bilan aniqlanadi:

Geometrik o'lchamlar o'xshashlik nazariyasidan quyidagi ifodalarni olamiz:

$$\lambda_M = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d_M} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{10^{-4}}{0,03} \right)^{0,25} = 0,024$$

$$\lambda_H = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d_H} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{10^{-4}}{0,3} \right)^{0,25} = 0,014$$

U holda burilish va jumrak orasidagi masofa naturada:

$$L_H = \left(\frac{12}{\sqrt{0,014}} - 50 \right) \cdot 0,3 = 15,4 \text{ m}$$

Modelda:

$$L_M = \left(\frac{12}{\sqrt{0,014}} - 50 \right) \cdot 0,03 = 0,81 \text{ m} \text{ dan kam bo'imasligi lozim.}$$

2-masala: Kanaldagi suv harakatini (harorati $t = 20^\circ\text{C}$) modellashgirish uchun modeldag'i suyuqlikning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti qanday bo'lishi kerak. Agar ham og'irlik va ham ishqalanish kuchlari ta'siri inobatga olinsa. Modelning geometrik mashtabi 1:100.

Yechimi: O'xshashlik nazariyasidan ishqalanish kuchlarining modelda va naturada ta'sirining bir xilligini inobatga olish uchun quyidagi shart bajarilishi kerak: $Re = \text{idem}$, ya'ni $Re_N = Re_M$ Re — Reynolds soni.

Bu shartdan quyidagi ifodani olamiz:

$$\frac{V_H \cdot L_H}{v_H} = \frac{V_M \cdot L_M}{v_M}, \quad \frac{V_M}{V_H} = \frac{L_H}{L_M} \cdot \frac{v_M}{v_H}. \quad (1)$$

Og'irlik kuchining modeldag'i va naturadagi ta'sirini bir xilligini inobatga olish uchun quyidagi shart bajarilishi kerak:

$Fr = idem$, ya'ni $Fr_H = Fr_M$. $Fr = Frud$ soni.

Bu shartdan quyidagi ifodani olamiz:

$$\frac{V_H^2}{gL_H} = \frac{V_M^2}{gL_M}; \quad \frac{V_M^2}{V^2} = \sqrt{\frac{L_M}{L_H}} \quad (2)$$

(1) va (2) ifodani tenglashtirib, quyidagini olamiz:

$$\frac{v_M}{v_H} = \left(\frac{L_M}{L_H} \right)^{3/2} = \left(\frac{1}{100} \right)^{3/2} = \frac{1}{1000}.$$

Bu yerdan modeldag'i suyuqlikning kinematik yopishqoqlik koefitsiyenti:

$$v_M = v_H : \frac{1}{1000} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1}{1000} = 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

teng bo'ladi, ammo tabiatda bunday suyuqlik yo'q.

Olingan natijadan shunday xulosa qilish mumkinki gidravlik modellashtirishda quyidagi shartlarni: $Re = idem$ va $Fr = idem$ ni bir holatda bajarish imkoniyati yo'q ekan.

MASALALAR

1. Quvurda suv harakatini modellashtirish uchun tajriba qurilmasidagi suvning harorati qanday bo'lishi kerak. Suv harakatining rejimini ifodalovchi Reynolds soni $Re = 35 \cdot 10^4$ bo'lib, tajriba qurilmasiga suv o'tkazayotgan nasos sarfi $Q = 16 \text{ l/s}$ va quvur diametri $d = 150 \text{ mm}$ bo'lsin.

2. Kema harakatini o'rganish uchun, suv basseyni qurish kerak. Agar kemaning uzunligi $l = 60 \text{ m}$, Frud soni $Fr = 0,30$ va basseyndagi suv tezligi $V = 2,5 \text{ m/s}$ bo'lsa, modelning mashtabini aniqlang.

3. Suv o'tkazgichning (tarmov) suv o'tkazish qobiliyatini o'rganish uchun 1:50 mashtabda model qurilgan. Agar haqiqiy (natura) ogimning

sarfi $Q_N = 160 \text{ m}^3/\text{s}$ bo'lsa, modeldag'i suv sarfini aniqlang. Faqat gravitasion kuchlar ta'siri hisobga olinsin.

4. Beton kanalning modeldag'i chuqurligi va suv sarfini aniqlang. Kanaldagi suv sarfi $Q = 250 \text{ m}^3/\text{s}$, suvning harakat tezligi $V = 1,2 \text{ m/s}$ kanal chuqurligi $h = 3,6 \text{ m}$, gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti $\lambda = 0,012$; modeldag'i g'adir-budurlik $\Delta = 0,1 \text{ sm}$, suvning harorati $t = 20^\circ\text{C}$ bo'lsin.

5. Benzinni ($v = 0,027 \text{ sm}^2/\text{s}$) o'lchashga mo'ljallangan Venturi naychasini modelda suv ($v = 0,01 \text{ sm}^2/\text{s}$) bilan tekshirib ko'radilar. Agar naturadagi benzin sarfi $Q = 30 \text{ l/s}$ va o'lchamlari $D_N = 60 \text{ mm}$, $d_N = 150 \text{ mm}$, modelning geometrik mashtabi $\alpha = 30$ bo'lsa, modeldag'i suv sarfini va pezometrlar farqini aniqlang. Naturadagi pezometrlar farqi $h = 1,0 \text{ m}$.

6. Suv quvurining bir qismini tekshirish uchun, laboratoriya sharoitida havo ($S = 1,3 \text{ kg/m}^3$, $v = 0,1 \text{ sm}^2/\text{s}$) yuborib tekshirib ko'radilar. Quvurdagi havo tezligini aniqlang. Suvning harakat tezligi $V_N = 1,5 \text{ m/s}$; harorati $t = 20^\circ\text{S}$.

7. Diametri $d = 25 \text{ mm}$ li quvurda suv $V = 0,5 \text{ m/s}$ tezlik bilan harakat qilmoqda. Diametri $D = 60 \text{ mm}$ li quvurdagi havo tezligini aniqlang. Har ikkala quvurda ham harakat rejimlari bir xil bo'lib suvning harorati $t_1 = 20^\circ\text{C}$, havo harorati $t_2 = 50^\circ\text{C}$ bo'lsin.

8. Harorati $t = 50^\circ\text{S}$ bo'lgan suv diametri $d = 250 \text{ mm}$ li quvurda $V = 1 \text{ m/s}$ tezlik bilan harakat qilmoqda. Modeldag'i quvur diamerini aniqlang. Modeldag'i suvning harakat tezligi $V = 5 \text{ m/s}$ bo'lib, modeldag'i suv harorati $t = 50^\circ\text{S}$ bo'lsa.

9. Neftni cho'yan quvur orqali uzatish uchun avval uni laboratoriya sharoitida havo yuborib ($v_h = 0,15 \text{ sm}^2/\text{s}$) tekshirib ko'radilar. Agar cho'yan quvurning naturadgi diametri $d_1 = 500 \text{ mm}$, harakat tezligi $V_1 = 1,2 \text{ m/s}$ bo'lsa, modeldag'i havo harakat tezligini aniqlang. Modeldag'i quvur diametri $d_2 = 50 \text{ mm}$.

10. Mahalliy qarshiliklarni aniqlashda o'tkazilgan tajribalarda olingan Eyler soni $E_u = 8$ teng. Qarshilik koeffitsiyentini aniqlang.

11. 1:100 geometrik mashtabda yasalgan to'gon modelini o'rghanishda, to'gon pastki befida o'lchanigan oqim tezligi $V_M = 0,8 \text{ m/s}$. Naturada to'gon pastki befidagi oqim tezligi qancha bo'ladi.

12. Gazni pechlarda yoqishdan oldin, 1:10 mashtabda bajarilgan modelda suv bilan tekshirib ko'radilar. Agar suvning harorati $t = 10^\circ\text{C}$, gazning harakat tezligi $V_2 = 12 \text{ m/s}$ va kinematik yopishqoqlik koefitsiyenti $\nu = 0,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ bo'lsa, modeldagi suv harakati tezligini aniqlang.

13. Quvurda $V_1 = 1,5 \text{ m/s}$ tezlikda harakatlanayotgan suv damining (napor) yo'qolishi nimaga teng bo'ladi. Havo bilan o'tkazilgan modeldagi havo bosimining kamayishi $\Delta P = 10 \text{ kPa}$ bo'lsa.

14. Suv nasosining so'ruvchi quvurini laboratoriya da tekshirish uchun, tajribalar modelda havo bilan ($\rho_h = 1,2 \text{ kg/m}^3$; $\nu = 0,15 \text{ sm}^2/\text{s}$) o'tkazildi. Modeldagi bosimning yo'qolishi $\Delta P = 1,2 \text{ kPa}$ bo'lsa, quvurdagi bosimning yo'qolishini aniqlang. Suvning harorati $t = 20^\circ\text{S}$ va modelning chiziqli mas-shgabi $\alpha_r = 3$ bo'lsa.

15. Suv naychasining eng qulay kesimini aniqlash uchun gidravlik laboratoriya da tajribalar havo (kinematik yopishqoqlik koefitsiyenti $\nu = 0,15 \cdot 10^{-4} \text{ sm}^2/\text{s}$) o'tkaziladi. Naychadagi suv va havo tezliklari bir xil bo'lishi uchun, modelning chiziqli mashtabi qanday bo'lishi kerak. Suv harorati $t = 20^\circ\text{C}$.

ADABIYOTLAR

1. Latipov K.Sh. Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar, Toshkent, «O'qituvchi», 1992 – 401 s.
2. Некрасов Б.Б. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу - М. «Высшая школа». 1995 г.
3. Тогунова Н.П. Методические указания и задачи для самостоятельной работы студентов по курсу «Гидравлика», Ташкент. 1982 г – 40 с.
4. Eshmurodov Yu.E., Arifjanov A.M. Gidravlika fanidan amaliy mashg'ulotlar uchun qo'llanma - Toshkent. 1991 y - 70 b.
5. Arifjanov A.M., Gidravlika va gidromashinalar fanidan hisoblash ishlari uchun ushubiy ko'rsatma – Toshkent, 1993 y - 32 b.
6. Arifjanov A.M., Vafoyev S.T, Zulunov M. Hajmiy gidroyuritmalarining gidravlik hisobi-o'quv qo'llanma, 1994 y, 110 6.
7. Латипов К.Ш., Арифжанов А.М. Вопросы движения взвесе- несущего потока в открытых руслах, Ташкент, 1994 й – 110 с.
8. Арифжанов А.М. Распределение взвешенных частиц наносов в стационарном потоке, Водные ресурсы, №:2, 2001г 184-189 с.
9. Arifjanov A.M. «Gidravlika va gidromashinalar» fanidan ma'ruzalar matni - Toshkent, 2001 y – 102 b.

MUNDARIJA

<i>Kirish</i>	3
GIDROSTATIKA	5
1. Gidrostatik bosim	5
2. Ixtiyoriy tekis shaklga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchi	15
3. Egri sirtga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchi	24
4. Jismlarning suyuqlikdagi muvozanati	28
GIDRODINAMIKA	31
1. Suyuqlik kinematikasi	31
2. Ideal suyuqliklar	35
3. Suyuqlikning harakat rejimlari	43
4. Gidraviyik qarshiliklar	48
5. Kalta quvurlarning gidraviyik hisobi	61
6. Suyuqlikning teshik va naychalardan og'ib chiqishi	71
7. Gidraviyik modellashtirish	75
<i>Adabiyotlar</i>	80

CONTENT

<i>Preface</i>	<i>3</i>
HYDROSTATICS	5
1. Hydrostatic head	5
2. Hydrostatic power on plane surface	15
3. Hydrostatic power on curved surface	24
4. Archimed's Law	28
HYDRODYNAMICS	31
1. Kinematics of flow	31
2. Problems solving without energy loss	35
3. Flow motion regimes	43
4. Hydraulic resistance	48
5. <u>Hydraulic design of short pipes</u>	61
6. Discharge of flow from fices and nozzles	71
7. Hydraulic modelling	75
Literature	80

This problems set is designed according to the curriculum for undergraduate students of «Melloration and water resources» and «Agricultural Engineering» disciplines.

Each chapter contains a short theoretical information on the topic and methods for solving the problems.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i>	<i>3</i>
ГИДРОСТАТИКА.....	5
1. Гидростатическое давление	5
2. Сила гидростатического давления на плоскую поверхность	15
3. Сила гидростатического давления на криволинейную поверхность	24
4. Плавания тел	28
ГИДРОДИНАМИКА	31
1. Основы кинематики потока жидкости	31
2. Решения задач без учета потерь энергии	35
3. Режимы движения жидкости	43
4. Гидравлические сопротивления	48
5. Расчет коротких трубопроводов	61
6. Истечения жидкости из отверстий и насадков	71
7. Основы гидравлического моделирования	75
<i>Список литературы</i>	<i>80</i>

Сборник задач составлен как пособие в соответствии с учебными программами для бакалавров по направлению «Мелиорация и водное хозяйство» и «Агронженерия».

В начале каждой главы даются краткие сведения из теории по данному вопросу и приведены общие методические указания по решению задач данной главы.

OYBEK ORIFJONOV

GIDRAVLIKA

(Masalalar to 'plami)

Muharrir *A.Suvonov*

Texnik muharrir *H.Saidov*

Sahifalovchi *S.Po'latov*

Bosishga ruxsat etildi 05.08.2005 y. Bichimi $60 \times 84 \frac{1}{16}$. Tayms garn.
Kegli 10 shponli. Ofset qog'ozli. Shartli b.t. 5,25. Adadi 500 nusxa.

«Istiqlol» nashriyoti. Toshkent, 700129, Navoiy ko'chasi, 30-uy.
Shartnoma № Г-28.

«Razzoqov O.J.» XT bosmaxonasida chop etildi. Buyurtma № 63.
Toshkent, 700129, Navoiy ko'chasi, 30-uy.