

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
OLMALIQ DAVLAT TEXNIKA INSITUTI
“ENERGETIKA VA MASHINASOZLIK” FAKULTETI
“ELEKTR TEXNIKASI VA ELEKTR MEXANIKASI” KAFEDRASI**



ISSIQLIK TEXNIKASI VA GIDROENERGETIKA

fanidan

(II-qism)

60710400 – Energetika muhandisligi,
60710500 - Elektr muhandisligi yo‘nalishlari uchun

USLUBIY QO‘LLANMA

OLMALIQ 2025

“Issiqlik texnikasi va gidroenergitika” fanidan amaliy ishlarni bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanmasi, 60710400 – Energetika muhandisligi, 60710500 - Elektr muhandisligi yo‘nalishlari uchun “Issiqlik texnikasi va gidroenergitika” fanining namunaviy o‘quv rejasiga muvofiq ishlab chiqilgan.

Muallif:	Nuriddinov S.B.	- Olmaliq davlat texnika instituti “Elektr texnikasi va elektr mexanikasi” kafedrası dotsent v.b.
Taqrizchilar:	Yuldoshev H.E.	- Olmaliq davlat texnika instituti “Elektr texnikasi va elektr mexanikasi” kafedrası dotsenti;
	Yusufov A.	- Toshkent davlat transport universiteti «Lokomotivlar va lokomotiv xo‘jaligi» kafedrası dotsenti

Uslubiy qo‘llanma ODTI Ilmiy-uslubiy va texnik kengashining “26”- noyabr, 2025 yilgi “2-sonli” yig‘ilishida ko‘rib chiqildi va chop etishga tavsiya etildi.

Kirish

Ishlab chiqarilayotgan energiyaning asosiy qismini elektr va issiqlik energiyalari tashkil qilib, ularni ishlab chiqarishda yoqilg'i energetika zaxira resurslarini 50% ishlatilyapti.

Respublikamizning yoqilgi energetika zaxira resurslarining deyarli 40% ga yaqini yashash, jamoat va sanoat binolarini isitish, ventilyatsiya va issiq suv hamda binolarini issiq bug' bilan ta'minlashga sarf bo'ladi. Yashash binolari va barcha jamoat binolari markazlashgan tizim yordamida issiq suv hamda issiqlik bilan ta'minlanadi. Issiqlik ta'minoti ikki xil usulda amalga oshiriladi: markazlashtirilgan va markazlashtirilmagan. Markazlashtirilmagan turdagi issiqlik ta'minotida issiqlik manbai va iste'molchisi bir-biriga yaqin joylashadi. Issiqlik tarmog'i bo'lmaydi.

Markazlashtirilmagan issiqlik ta'minoti mahalliy (issiqlik ta'minoti mahalliy qozonxonadan) va yakka ta'minot (xonodonna isitish issiqlik qozonlari orqali) ta'minlashlarga bo'linadi.

Respublikadagi zamonaviy issiqlik ta'minotining tahlili shuni ko'rsatadiki, hozirgi vaqtda markazlashgan issiqlik ta'minoti orqali qariyb 80% issiqlik iste'molchilari, issiq suv ta'minoti orqali esa 1,8 mln aholi foydalanadi.

Respublikaning shahar va tuman markazlaridagi issiqlik ta'minoti Energetika vazirligi, hokimiyat va boshqa markazlar tasarrufidagi issiqlik manbalari orqali amalga oshiriladi.

Issiqlik iste'molchilari markazlashgan issiqlik ta'minoti tizimining eng nozik bo'lagi hisoblanadi. Ma'lumki, O'zbekistonda ko'pgina hollarda yakka issiqlik tarmoqlarida gidroelevatorlarni issiq va sovuq suvni qo'shish qurilmalari sifatida isitish bog'liqlik sxemalaridan foydalaniladi. Elevatorni ishlashi uchun berilayotgan va qaytish tarmog'ida bosimlar farqi bo'lishi zarur. Binoning issiq suv ta'minoti tizimi issiqlik tarmog'iga bevosita ulangan bo'lishi kerak, yoki suv isitgich orqali, ya'ni suv o'tgazgichdan suvini isitish orqali ulangan bo'lishi kerak. Me'yoriy hujjatlarga asosan suv quvurlarini ishlash muddati 15-20 yil deb belgilangan.

Markazlashgan issiqlik ta'minotida issiqlikni uning ta'minotchilariga uzatish quyidagicha amalga oshiriladi: -issiqlik tarmoqlari magistrali orqali yashash xonalariga va yirik iste'molchilariga uzatish orqali, -taqsimot tarmoqlari orqali har bir iste'molchiga uzatish orqali.

Issiqlik uzatilishni yer osti va yer usti tarmoqlari orqali amalga oshiriladi. Estetik nuqta nazardan kelib chiqqan holda kopincha yer osti tarmog'idan foydalaniladi. Markazlashgan issiqlik ta'minoti tizimining iqtisodiy samaradorligi issiqlik qurilmalari va o'tgazgich quvurlarini izolyatsiyasiga bog'liq. Issiqlikni izolyatsiyasi issiqlik isroflari va izolyatsiyalangan yuzani ruxsat berilgan temperaturasini ta'minlashga xizmat qiladi. Uzatish quvurlarida issiqlik isrofini kamaytirish yoqilg'i resurslarini iqtisodiy tejamkorligini asosiy omili hisoblanadi.

1-Amaliy mashg'lot

To'g'onlarning chegaraviy holatlar bo'yicha hisobi

Ishdan maqsad:

1. To'g'onlarning chegaraviy holatlar bo'yicha hisobini aniqlash bo'yicha nazariy bilimni mustahkamlash;
2. To'g'onlarning chegaraviy o'lchamlari

Qoyali zaminlardagi gravitatsion to'g'onlarning statik hisoblari mustahkamlik va ustuvorlik hisoblaridan iborat. Alohida bitta seksiya yoki 1 m shartli qirilgan to'g'on ko'rib chiqilganda, yassi doimiy ko'ndalang choklarga ega bo'lgan to'g'onlarning statik hisoblari ikki o'lchamli masala sharti uchun bajariladi.

Beton va temir-betonli to'g'onlar asosiy va o'ta muhim yuklamalar birikmasi hisoblanadi, ular me'yoriy hujjatlar bo'yicha o'rnatiladi.

Bunda yuklamalar va ta'sirlar ehtimoli bo'lgan eng noqulay birikmalar uchun qabul qilinishi kerak.

Statik hisoblar kuchlar ta'sinning quyidagi hisobiy holatlari uchun bajariladi:

1) to'g'on qurib bitkazilgan, hali suv yuklamasi ta'sir etmagan qurilish davridagi holat. To'g'on xususiy og'irligi, to'g'ondagi qurilmalar og'irligi, shamol, harorat ta'sirlari, seysmik kuchlar yuklamalari birikmasi hisoblanadi;

2) asosiy yuklamalar birikmasi uchun ekspluatatsion hisobiy holatlar:

a) eng past pastki bief va eng katta yuqori bief sathida, ya'ni maksimal bosim ta'sir etganda (asosiy holat);

b) toshqin paytida pastki biefda eng yuqori sath holatida va bu vaqtda yuqori biefda eng yuqori sath bo'lishi mumkin, ya'ni muallaq kuch eng katta bo'lganda;

d) pastki biefdagi mumkin bo'lgan eng past suv sathida mumkin bo'lgan muz qatlami sathiga muzning statik bosimida;

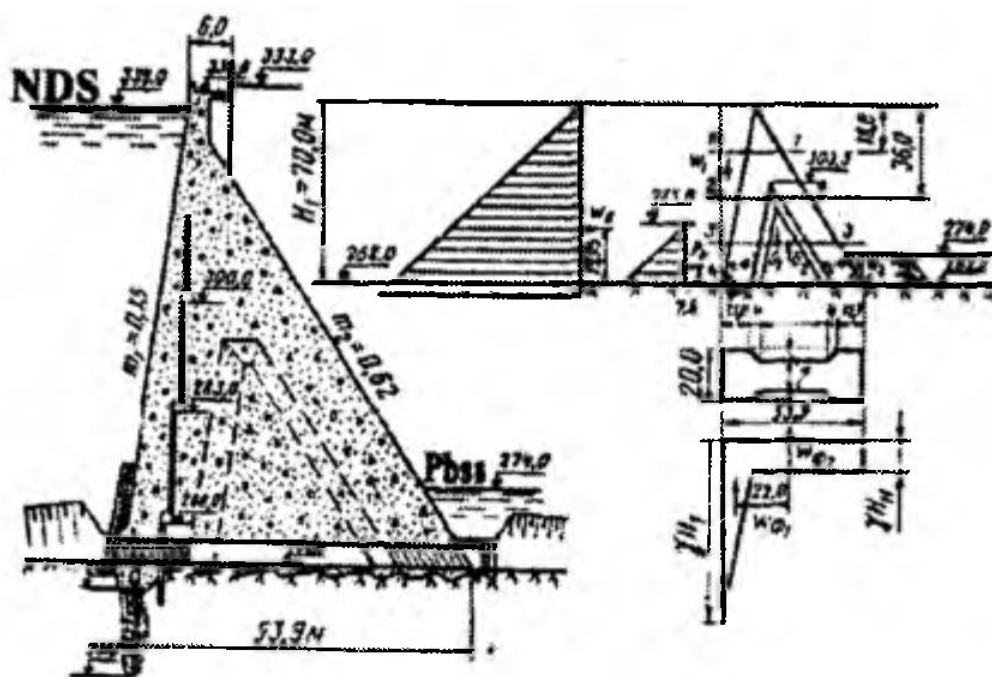
3) ekspluatatsion holat o'ta muhim yuklamalar birikmasida (yer qimirlashda, suv, muz, shamol ta'sirlaridan katastrofik yuklamalar).

Gravitatsion betonli to'g'onlar mustahkamlik hisobi uslubi ularning balandligiga bog'liq. Loyihaning birinchi bosqichida balandligi 60m dan yuqori

bo'lgan I va II sinfdagi gravitatsion to'g'onlarining umumiy mustahkamligini hisobi balandligi 60m gacha bo'lgan barcha sinfdagi to'g'onlar hisobi singari bajariladi. Bunda asosiy va o'ta muhim yuklamalar va ta'sirlar hisobga olinadi, ammo harorat zo'riqlashlari hisobga olinmaydi, filtratsiya suvlarining ta'siri faqat to'g'on to'voni bo'yicha hisobga olinadi.

3-masala. Quyidagi ma'lumotlar asosida ustidan suv o'tkazmaydigan gravitatsion to'g'on statik hisobi bajarilsin: to'g'on balandligi $H_1 = 70\text{m}$; bosimli qirra nishabligi $m_1 = 0,15$; pastki qirra nishabligi $m_2 = 0,62$; betonning zichligi $\gamma_1 = 2,4\text{T/m}^3 = 23544\text{H/m}^3$; pastki biefdagi suv chuqurligi $H_n = 12\text{m}$; yuqori biefdagi suv to'g'on tepasigacha ko'tarilishi mumkin. Hududning seysmikligi 8 ball.

Seksiya kengligi $b \approx 20\text{m}$, kengaygan qismda chok kengligi $d = 8\text{m}$, chok balandligi $z = 41,5\text{m}$. To'g'on turi - yengillashtirilgan gravitatsion. To'g'on zamini qoyali (1.1-rasm).



1.1-rasm. Gravitatsion betonli to'g'on va uning hisobiy sxemasi.

Gravitatsion betonli to'g'on hisoblarining maqsadi uning mustahkamligi va har xil sharoitlarda qoyali zamin bo'yicha siljishga ustuvorligini tekshirishdan iboratdir. To'g'onning mustahkaraligi eng katta va eng kichik siqilgan, beton uchun xavfli bo'lgan cho'zuvchi kuchlanishlar bo'lgan sohalarda tekshiriladi.

Qo'yilgan masalalarga muvofiq hisoblarni quyidagi tarkibi va ketma-ketligi tavsiya etiladi: berilgan ma'lumotlar bo'yicha ta'sir etuvchi yuklamalar va ularning eng qulay birikmasini aniqlash; to'g'ronni zamin bo'yicha siljishga ustuvorligini tekshirish; eng xavfli kesimda to'g'ronning kuchlanganlik holatini hisoblash; hisobiy profil uchun izostat va bosh kuchlanishlar proektoriyasini qurish.

Ta'sir etuvchi yuklamalarni aniqlash. Masalada berilgan ma'lumotlarga ko'ra, hisobni barcha seksiyalar uchun bajarish ma'qul bo'ladi. Hisoblash qulay bo'lishi uchun ta'sir etuvchi kuchlarni vertikal va gorizontal tashkil etuvchilar ko'rinishida aniqlash tavsiya etiladi (1.1-rasm).

Xususiyl og'irlik eng asosiy yuklamalardan biri hisoblanadi va uni geometrik tavsiflari va betonning zichligi bo'yicha aniqlanadi

$$G_1 = \frac{1}{2} \gamma_1 H_1^2 (m_1 + m_2) = \frac{1}{2} 2.4 * 70^2 * 20(0.15 + 0.2) = 90500T = 887805kN \quad (1.1)$$

$$G_1 = \frac{1}{2} \gamma_1 z^2 (m_1 + m_2) d = \frac{1}{2} 2.4 * 41.5^2 * 20(0.15 + 0.2) 8 = 12700T = 124587kN \quad (1.2)$$

To'g'onga ta'sir etuvchi suv bosimi yuqori va pastki bieflar tomonidan statik, to'lqin va zamindagi qarshi bosimga bo'linadi.

Yuqori bief tomonidan suv bosimi

$$W_{y0} = \frac{1}{2} \gamma H_1^2 b = \frac{1}{2} 1 * 70^2 * 20 = 4900T = 480200kN \quad (1.3)$$

Yuqori qirradagi suv og'irligi

$$W_1 = \frac{10.5+70}{2} 1 * 20 = 7350T = 72103kN \quad (1.4)$$

Pastki bief tomonidan suv bosimi

$$W_n = \frac{1}{2} \gamma H_n^2 b = \frac{1}{2} 1 * 12^2 * 20 = 1440T = 14126kN \quad (1.5)$$

Pastki qirradagi suv og'irligi

$$W_2 = \frac{6.5+12}{2} 1 * 20 = 780T = 7651.8kN \quad (1.6)$$

To'lqin bosimi uncha katta emas, u taxminiy formulalar bilan aniqlanadi (masalani hisoblashda uni hisobga olmaymiz).

Yengillashtirilgan betonli gravitatsion sementli to'siq pardali va drenajli turdagi betonli to'g'onlar uchun suvning filtratsion bosimi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi (kengaygan chok $\alpha_0 = 1$ holatida)

$$W_f = W_{f1} + W_{f2} \quad (1.6)$$

$$W_{f1} = 0.5 \gamma H l B = 0.5 \cdot 158 \cdot 11 \cdot 20 = 6380t = 62524kN \quad (1.7)$$

bunda, $l = 11m$ - to'g'on poydevori oldingi qirrasidan kengaygan chok bo'shlig'i boshlangan joy gacha bo'lgan masofa.

$$W_{f2} = \gamma H_n [l + a(B-l)]b \quad (1.8)$$

bunda, a - kengaygan choklar yuzasi hisobga olinganda zamin yuzasining to'g'on asosining hamma yuzasiga nisbati.

$$a = \frac{20 * 53.9 - 2 \frac{4(32.3 - 24.3)}{2}}{20 * 53.9} = 0.79$$

$$W_{f2} = 1 * 12 [11 + 0.79(53.9 - 11)] 20 = 10800t = 105984kN \quad (1.8)$$

$$W_f = 6380 + 10800 = 17180t = 168364kN \quad (1.9)$$

Yuqori biefda cho'kkan loyqa yotqiziqlar bosimi gruntlar mexanikasi formulalari bilan aniqlanadi va bunda mazkur bosim to'g'on tepasi qirrasigacha perpendikular ta'sir etadi deb qaraladi

$$P_H = \frac{1}{2} \gamma_H h^2 b \xi \quad (1.10)$$

bunda vertikal qirrada

$$\xi = tg^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2})$$

qiya qirrada

$$\xi = \frac{\sin^2(45^\circ - \frac{\varphi - \alpha}{2})}{\cos^2(45^\circ - \frac{\varphi + \alpha}{2})}$$

Hisoblarni soddalashtirish uchun vertikal qirra formulasidan foydalanish mumkin

$$P_H = \frac{1}{2} 0.7823^2 20t g^2(45^\circ - \frac{16^\circ}{2}) = 2390t = 23445kN$$

bunda mayda qumtoshlar uchun $\gamma_H = \gamma_s = (1-n)\rho_H = 6^\circ$, $n=0,48$ - g'ovaklik, $\gamma_s = 1.3\text{t/m}^3$ - skeletning hajm massasi.

Gravitatsion to'g' onlarning ustuvorlik hisobi. Siljishga ustuvorlikni tekshirishni eng baland seksiya uchun olib boramiz. Siljishga ustuvorlik zaxira koeffitsiyenti quyidagi formula bo'yicha olib boriladi.

$$K_s = \frac{fN + cF}{T} \quad (1.11)$$

Bunda, N- hisobiy siljish tekisligiga barcha kuchlar yig'indisining normal proeksiyasi; T-hisobiy siljish tekisligiga yo'nalgan barcha kuchlar yig'indisining proeksiyasi; F— to'g'on tovonni yuzasi $F=850\text{m}^2$, f_s - siljishga qarshilik ko'rsatuvchi hisobiy parametrlar (qoyali jinslar, kuchsiz nuragan va kuchsiz yorilgan uchun $f = 0,7$; $c = 30\text{t/m}^3$).

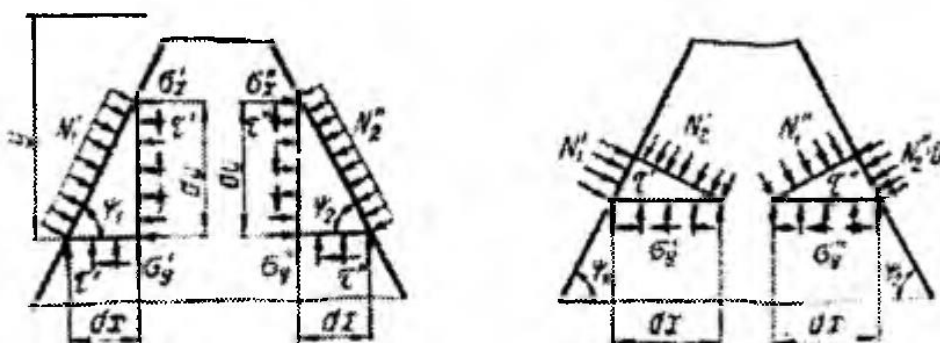
$$N = 905800 + 7350 + 780 - 12700 - 6380 - 10800 = 68970\text{t} = 676595,7\text{kN}$$

$$T = 49000 + 2390 - 1440 = 50250\text{t} = 492450\text{kN}$$

$$K_s = \frac{0.7 * 68970 + 30 * 850}{50250}$$

Zaxira koeffitsiyenti betonli to'g'onlar kapitallik sinfiga ko'ra qabul qilinadi. I sinf kapitalligi bo'yicha asosiy yuklamalar birikmasida $k_c=1,3$; o'ta muhim yuklamalar birikmasida $k_s=1,1$.

Bizning masalada to'g'on profili siljishga ustuvorlik shartlariga javob beradi.



1.2-rasm. To'g'on qirrasida ajratilgan elementlar uchburchaklarning muvozanat sxemalari.

To'g'on tanasida kuchlanishlarni hisoblash. Gravitatsion betonli to'g'onlarni mustahkamlik hisobini normal kuchlanishlarni chiziqli taqsimlanishiga asoslangan elementar Mor uslubi bo'yicha olib boramiz.

Kuchlanishlar nomarkaziy siqilish formulasi bo'yicha aniqlanadi:

$$\sigma_y = \frac{\Sigma P}{F} \pm \frac{\Sigma M}{I}$$

bunda, ΣP - barcha vertikal kuchlar yig'indisi (yuqoridan. pastga yo'nalgan musbat, teskarisi manfiy); ΣM - kesimning og'irlik markaziga nisbatan kuch momentlari yig'indisi (soat strelkasi bo'yicha momentlar qiymati musbat, teskari manfiy); F - kesimning yuzasi; I - qarayotgan kesim og'irlik markazi orqali o'tuvchi inersiya momenti x - neytral o'qdan qarayotgan kesimgacha bo'lgan masofa.

Natijada chetki kuchlanishlar σ_y^1 va σ_y^{11} qiymatlariga ega bo'lamiz.

Gorizontal normal kuchlanishlarni bilib va to'g'on qirrasiga ta'sir etuvchi (1-jadval) qirra oldida ajratilgan elementar uchburchaklar (1.2-rasm) muvozanatini ko'rib chiqib qolgan kuchlanishlarni topish mumkin. Hisoblarni 1.2-jadvalga kiritamiz.

To'g'on qirralarida kuchlanishlarni hisoblash jadvali

1.1-jadval

Kuchlanishlar turi	Bosimli qirra	Pastki qirra
Bosh normal	$N_1^I = \gamma \frac{l}{a} (1)$ yoki $N_1^I = \gamma_b$ (1')	$N_2^{II} = 0$ (3)
	$N_2^I = \frac{\sigma_y^I}{\sin^2 \psi_1} - N \cot g^2 \psi_1$ (2)	$N_1^{II} = \frac{\sigma_y^{II}}{\sin^2 \psi_2}$ (4)
Normal vertikal maydonchalardagi	$\sigma_x^I = N^I - (N_1^I - \sigma_y^I) \cot g^2 \psi_1$ (5)	$\sigma_x^{II} = \sigma_y^{II} \cot g^2 \psi_2$ (6)
Vertikal bo'laklovchi (yoki gorizontal maydonlardagi)	$\tau^I = (N^I - \sigma_y^I) \cot g^2 \psi_1$ (7)	$\tau^{II} = \sigma_y^{II} \tan \psi_2$ (8)
Asosiy bo'laklovchi	$T^I = \frac{\sigma_y^I - N_1^I}{2 \sin^2 \psi_1}$ (9)	$T^{II} = \frac{\sigma_y^{II}}{2 \sin^2 \psi_2}$ (10)

Izostat va bosh kuchlanishlarning traektoriyalarini qurish uchun quyidagi gipotezalar qabul qilinadi:

a) gorizontal kesimlarda qabul qilingan kuchlanishlar σ_y ni chiziqli qonun bo'yicha taqsimlanishi, urinma kuchlanishlar kvadrat parabola qonuni bo'yicha qabul qilinadi:

$$\tau = Ax^2 + Bx + C \quad (1.12)$$

b) σ_x , kuchlanish - kubik parabola bo'yicha, u chiziqli bog'lanish bilan almashtiriladi

$$\sigma_x = Dx + C \quad (1.13)$$

4-4 kesim uchun r epyurasini quramiz (1.3-rasm). (1.11) tenglamadagi μ, B va C koeffitsiyentlar chegaraviy shartlardan aniqlanadi:

$$x=0 \quad \tau = \tau^I \text{ bo'lganda, ya'ni } C = \tau^I = 8,95 \text{ z/m}^2 = 87,7 \text{ kH/m}^2; \quad x=b \quad \tau = \tau^{II}$$

$$\text{bo'lganda, ya'ni } \tau^{II} = Ab^2 + Bb + C = 88 \text{ z/m}^2 \text{ hamda quyidagi shartda}$$

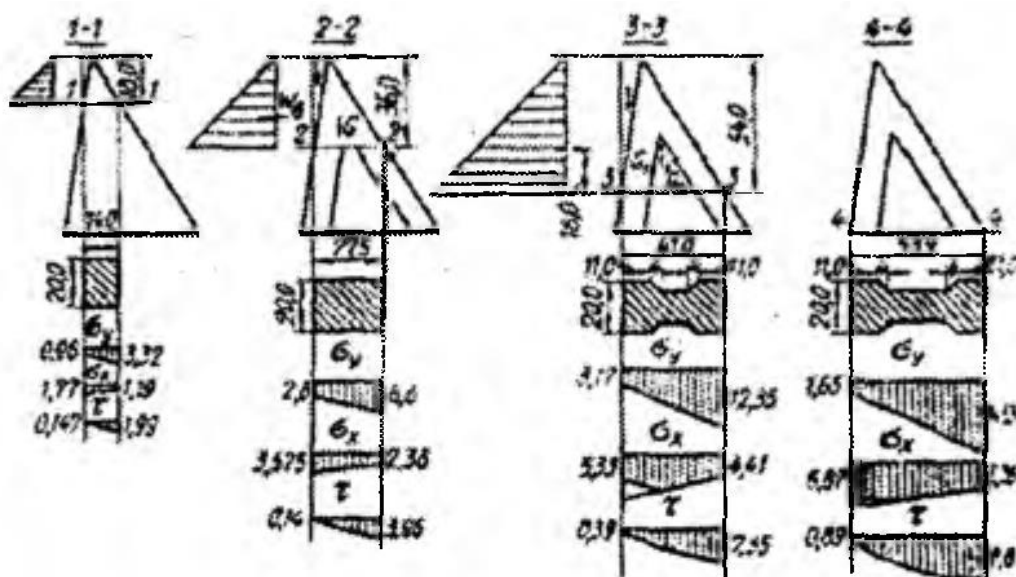
$$q^I = \frac{Q^I}{a} = \int_0^b \tau dx = \int_0^b (Ab^2 + Bb + C) dx = \frac{Ab^3}{3} + \frac{Bb^2}{2} + Cb^0$$

$$\text{yoki} \quad q^I = \frac{bQ}{F} = \frac{53.9 * 49000}{850} = 3100$$

bunda q- qaralayotgan kesim uchun to'liq siljituvchi kuch.

$$A = \frac{6}{b^3} \left[(\tau^{II} - \tau^I) \frac{b}{2} + b\tau^I - q^I \right] = \frac{6}{53.9^3} \left[(88 - 8.95) \frac{53.9}{2} + 53.9 * 8.95 - 3100 \right] = -0.033;$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{6}{b^2} \left[(q^I - b\tau^I) \frac{b}{3} + (\tau^{II} - \tau^I) \right] \\ &= \frac{6}{53.9^3} \left[3100 - 53.9 * 8.95 - \frac{53.9}{3} (88 - 8.95) \right] = 3.32. \end{aligned}$$



1.3-rasm. Kesimlar bo'yicha kuchlanish epyuralarini qurish.

Eng so'ngida ega bo'lamiz $\tau = -0,033x^2 + 3,32x + 8,95$, ya'ni $x=0$; $\tau=8,95$; $x=10$, $\tau=38,85$; $x=20$, $\tau=63,15$; $x=30$, $\tau=78,85$; $x=53,9$, $\tau=88$.

4-4 kesim uchun epyurasini quramiz. (8.44) tenglamasidagi D va E koeffitsiyentlar chegaraviy shartlardan aniqlanadi: $x=0$; $\sigma_x = \sigma_x^1$; $x=b$; $\sigma_x = \sigma_x^{11}$

Shuning uchun $= \frac{\sigma_x^{11} - \sigma_x^1}{b}$, $E = \sigma_x^1$, $N_1^1 = \gamma y \frac{l}{d} = 1 * 70 \frac{20}{12} = 116,5 t/m^2$
 $\sigma_x^1 = N_x^1 - (N_x^1 - \sigma_y^1) \operatorname{ctg}^2 \psi_1 = 116,5 - (116,5 - 16,5) 0,025 = 114 t/m^2$
 $m^2 = 1118 kH/m^2$ $x=0$; $\sigma_x^1 = 68,64 t/m^2 = 675 kH/m^2$ $x=53,9$; $\sigma_x^{11} =$
 $\sigma_y^{11} \operatorname{ctg}^2 \psi_2 = 146,5 * 0,6^2 = 52,6 \frac{t}{m^2} = 515 kN/m^2$

1-1 kesim uchun: $\tau = -0,028x^2 + 1,71x + 1,47$, ya'ni $x=0$; $\tau=1,47$; $x=3,5$, $\tau=7,13$; $x=7$, $\tau=12,09$; $x=10,5$, $\tau=16,32$; $x=14$, $\tau=19,9$.

σ_x epyurasi uchun esa: $x=0$; $\sigma_x = \sigma_x^1 = 17,75 = 114 t/m^2$; $x=14$; $\sigma_x = \sigma_x^{11} = 11,95 = 117,2 t/m^2$;

$$q_c \approx (1 \pm 2K_2 \operatorname{tg} \varphi) P_H = (1 + 2 * 0,05 \operatorname{tg} 16^\circ) 2390 \approx 2450 t = 24034,5 kN$$

bunda R_n — seysmik kuch hisobga olinmaganda cho'kindilar bosimi; φ — ichki ishqalanish burchagi.

To'g'on bilan zamin tutashgan sirt bo'yicha kuchlanish σ_y ni aniqlaymiz:

$$M_{pc} = 5835 * 23,3 = 137 * 10^3 t/m = 1343,9 * 10^3 kNm$$

$$M_{Qb} = 2170 * 19.95 = 43400 * 10^3 t/m = 425754 kNm$$

$$M_{PH} = 2450 * 7.6 = 1870 t/m = 18344.7 kNm$$

$$\sigma_x = \frac{68970}{850} \pm \frac{777500}{9160} = (81.6 \pm 858.0) t/m^2$$

$$\sigma_y^1 = 1.66 k\Gamma/cm^2 = 162.5 kHm$$

$$\sigma_y^{11} = -\frac{0.34 k\Gamma}{cm^2} = -33 kHm$$

$$K_a = \frac{fN + CF}{T} = \frac{0.7 * 68970 + 30 * 850}{59455} = 1.25,$$

bunda w va t - vertikal n va gorizontal aktiv kuchlar r yig'indisi

$$T = 49500 + 5835 + 2170 + 2450 = 59455 t = 582659 kN$$

O'ta muhim yuklamalar birikmasi (seysmik kuchlar) uchun ustuvorlikka hisoblashda kapitalligi I- sinf inshootlari uchun zaxira koefitsiyentini 1.1 gacha pasaytirishga yo'l qo'yiladi. Demak, asosiy va o'ta muhim yuklamalar birikmasi uchun ushbu inshootni siljishga ustuvor deb hisoblaymiz.

1-misol. Gravitatsion beton to'g'onning sirpanishga barqarorligini tekshirish (I-guruh)

Berilgan:

- To'g'on balandligi: $H=20$ m
- Suv zichligi: $\gamma_w=9.81$ kN/m³
- Betonning solishtirma og'irligi: $\gamma_b=24$ kN/m³
- To'g'on poydevor kengligi: $B=15$ m
- Ishqalanish koefitsiyenti: $\mu=0.65$

Topilsin: sirpanishga barqarorlik koefitsiyenti k_{sir} .

Yechim:

Suv bosimi:

$$P = 1/2 \gamma_w H^2 = 12 \cdot 9.81 \cdot 20^2 = 1962 \text{ kN/m}$$

To'g'on og'irligi:

$$G = \gamma_b \cdot B \cdot H = 24 \cdot 15 \cdot 20 = 7200 \text{ kN/m}$$

Sirpanishga qarshi kuch:

$$R=\mu \cdot G=0.65 \cdot 7200=4680 \text{ kN/m}$$

Barqarorlik koeffitsiyenti:

$$k_{\text{sir}}=R/P=4680/1962=2.38$$

Xulosa:

$k_{\text{sir}}=2.38>1.3 \rightarrow$ **to'g'on sirpanishga barqaror.**

2-misol. To'g'onning ag'darilishga barqarorligi (I-guruh)

Berilgan: 1-misoldagi ma'lumotlar.

Topilsin: ag'darilishga barqarorlik koeffitsiyenti k_{ag} .

Yechim:

Ag'daruvchi moment:

$$M_{\text{ag}}=P \cdot H/3=1962 \cdot 203=13080$$

Ushlab turuvchi moment:

$$M_{\text{ush}}=G \cdot B/2=7200 \cdot 7.5=54000 \text{ kN}$$

Barqarorlik koeffitsiyenti:

$$k_{\text{ag}}=M_{\text{ush}}/M_{\text{ag}}=54000/13080=4.13$$

Xulosa:

$k_{\text{ag}}=4.13>1.5 \rightarrow$ **ag'darilishga barqaror.**

3-misol. Poydevordagi maksimal bosimni aniqlash (II-guruh)

Berilgan:

- Normal kuch: $G=7200 \text{ kN/m}$
- Ekvivalent moment: $M=M_{\text{ush}}-M_{\text{ag}}=40920 \text{ kN}$
- Poydevor kengligi: $B=15 \text{ m}$

Topilsin: maksimal poydevor bosimi σ_{max} .

Yechim:

Eksantriklik:

$$e=M/G=40920/7200=5.68 \text{ m}$$

Bosim:

$$\sigma_{\text{max}}=G/B(1+6e/B)$$

$$\sigma_{\max}=720015(1+6\cdot5.6815)\approx1560 \text{ kPa}$$

Xulosa:

Agar $\sigma_{\text{rux}}=2000 \text{ kPa}$ bo'lsa $\rightarrow$ **shart bajariladi.**

4-misol. Yer to'g'onining qiyalik barqarorligi (I-guruh)

Berilgan:

- Qiyalik burchagi: $\alpha=30^\circ$
- Tuproq yopishqoqligi: $c=25 \text{ kPa}$
- Ichki ishqalanish burchagi: $\varphi=18^\circ$
- Tuproq solishtirma og'irligi: $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$
- Sirpanish yoy uzunligi: $L=25 \text{ m}$
- Sirpanayotgan massaning og'irligi: $W=1200 \text{ kN}$

Topilsin: qiyalik barqarorlik koeffitsiyenti k .

Yechim (soddalashtirilgan):

$$R=cL+W\cos\alpha\cdot\tan\varphi$$

$$R=25\cdot25+1200\cdot\cos30^\circ\cdot\tan18^\circ\approx1010 \text{ kN}$$

Harakatlantiruvchi kuch:

$$T=W\sin\alpha=1200\cdot0.5=600 \text{ kN}$$

Barqarorlik:

$$k=RT=1010/600=1.68$$

Xulosa:

$k=1.68>1.3 \rightarrow$ **qiyalik barqaror.**

5-misol. Filtratsiya gradiyenti bo'yicha tekshiruv (II-guruh)

Berilgan:

- Suv bosimi farqi: $\Delta H=12 \text{ m}$
- Filtratsiya yo'li: $L=18 \text{ m}$
- Ruxsat etilgan gradiyent: $i_{\text{rux}}=0.7$

Topilsin: filtratsiya gradiyenti i .

Yechim:

$$i=\Delta H/L=12/18=0.67$$

Xulosa: $i=0.67 < 0.7 \rightarrow$ **filtratsiya xavfsiz.**

Talabalar uchun topshiriq variantlari

Umumiy shart (barcha variantlar uchun):

Berilgan ma'lumotlar asosida to'g'onning:

1-chegaraviy holati (mustahkamlik va barqarorlik)

2-chegaraviy holati (deformatsiya va cho'kish) bo'yicha hisoblarini bajaring.

№	To'g'on turi	Balandlik H, m	Asos kengligi B, m	Suv sathi h, m	Zichlik γ , kN/m ³	Ishqalanish koeff. f	Asos bosimi, kPa
1	Gravitatsion	30	22	26	24	0.70	180
2	Gravitatsion	32	24	28	24	0.72	185
3	Gravitatsion	35	26	30	25	0.75	190
4	Gravitatsion	28	21	24	23	0.68	175
5	Gravitatsion	40	30	36	25	0.78	200
6	Tuproqli	18	45	15	20	0.55	120
7	Tuproqli	20	48	17	20	0.56	125
8	Tuproqli	22	50	18	21	0.58	130
9	Tuproqli	25	55	21	21	0.60	135
10	Tuproqli	28	60	24	22	0.62	140
11	To'ldirma	15	40	13	19	0.52	110
12	To'ldirma	17	42	15	19	0.53	115
13	To'ldirma	19	44	16	20	0.55	118
14	To'ldirma	21	46	18	20	0.57	122
15	To'ldirma	23	48	20	21	0.58	126
16	Aralash	26	38	22	22	0.65	150
17	Aralash	28	40	24	22	0.66	155
18	Aralash	30	42	26	23	0.68	160
19	Aralash	32	44	28	23	0.70	165
20	Aralash	35	46	30	24	0.72	170

Hisobda aniqlanishi kerak:

- Suv bosimi kuchi
- Og'irlik kuchi
- Sirpanishga qarshi barqarorlik koeffitsiyenti
- Ag'darilishga qarshi barqarorlik
- Asosda maksimal va minimal bosim
- Chegaraviy holatlar shartlarining bajarilishi

2-Amaliy mashg'lot

Rostlovchi inshootlar gidravlik hisoblari

Ishdan maqsad:

1. Rostlovchi inshootlar gidravlik hisobni aniqlash bo'yicha nazariy bilimni mustahkamlash;
2. Ochiq rostlovchi inshootlar gidravlik hisobi
3. Quruqli rostlovchi inshootlar gidravlik hisobi

10.1. Rostlovchi inshootlar gidravlik hisobni aniqlash bo'yicha nazariy bilimni mustahkamlash

Gidravlik hisoblarning asosiy vazifalari va shartli belgilari. Gidravlik hisoblar asosida berilgan suv sarfini o'tkazish va quyi byefda energiyani so'ndirishni ta'minlaydigan inshootlarning asosiy o'lchamlarini aniqlanadi. Ushbu asosiy hisoblar bilan bir qatorda inshootning aniq o'lchamlarida hisobiydan farq qiluvchi suv sarfini o'tkazish shartlarini belgilovchi tekshirish hisoblari ham bajariladi.

Gidravlik hisoblarni bajarishda turli formulalardagi qabul qilingan harflar ko'p bor takrorlanib turadi. Shunga ko'ra, har safar formulalardan so'ng ularni qayta yozmaslik uchun qabul qilingan belgilar haqida ma'lumot beramiz.

Q - suv sarfi, m^3/s ; q - solishtirma sarf, yani vodosliv frontining lm uzunlikdagi sarfi; ϑ - suv oqimining o'rtacha tezligi, m/s ; (φ - tezlik koeffitsiyenti; ε - yon tomondan siqilish koeffitsiyenti; ε' - vertikal siqilish koeffitsiyenti; H_0 - suv tezligi inobatga olingandagi bosim; z_0 - suv tezligi inobatga olinganda byeflardagi suv sathlari orasidagi farq; C - Shezi koeffitsiyenti; P - vodosliv ostonasi balandligi; P_{kr} - vodosliv ostonasidagi kritik chuqurlik; a, b, l, L - inshootning chiziqli o'lchamlari.

Rostlovchi inshootlarning asosiy namunaviy sxemalari. Asosiy hisoblar uchun ochiq rostlagichlar konstruktiv shakli hisobiy sxemaga keltiriladi. To'g'ri tanlangan sxema va formulalardagi bu sxemaga mos keluvchi koeffitsiyentlar

barpo etilgan inshootning berilgan rejimdagi ishini ta'minlaydi va bu ishning bajarishni asosiy shartlaridan biri inshoot orqali hisobiy suv sarflarini o'tkazishni kafolatlaydi. Rostlovchi inshootlarni gidravlik hisoblashda ularni oqim ko'milib o'tadigan va ko'milib o'tmaydigan keng ostonali vodosliv sifatida ko'riladi (2.1-rasm).

Oqim ko'milib o'tadigan rostlovchi inshootlar hisobi. Bu hol uchun hisobiy formula quyidagicha bo'ladi (2.1.a,b-rasm):

$$Q = \delta \varepsilon \varphi b h \sqrt{2gz_0} \quad (2.1)$$

Bu formulada berilgan sarf va vodosliv ostonasidagi ma'lum bo'lgan suv chuqurligi va no'malum bo'lgan b va z_0 qiymatlardir. Bu ikkita qiymatdan biri qabul qilinadi.

Formuladagi S koeffitsiyent suvning vodoslivga kelishi xarakterini hisobga oladi va α burchakka bog'liq

α	0	30	45	60	75	90
δ	1	0.97	0.95	0.93	0.90	0.86

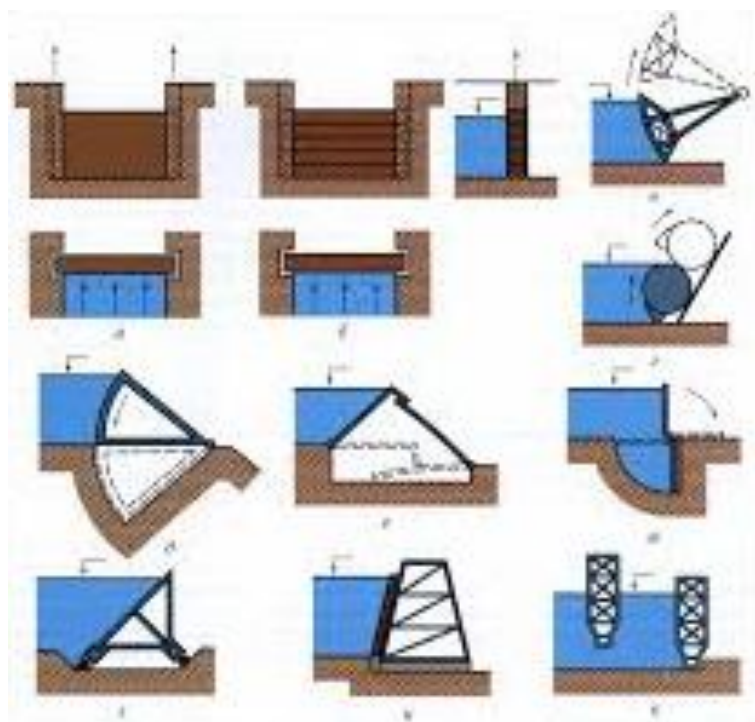
Yon tomondan siqilishni ε koeffitsiyenti hisobga oladi, uning qiymati Ye.A.Zamarin formulasi bo'yicha aniqlanadi:

$$\varepsilon = 1 - a \frac{H}{B+H} \quad (2.2)$$

bunda: a - oraliq devor shakl tuzilishiga bog'liq raqamli koeffitsiyent.

To'g'ri burchakli shakl uchun $a = 0,20$, yarim doiraviy uchun $a = 0,10$, egri-chiziqli uchun $a = 0,05$. (2.2) formula bo'yicha hisoblashda, agar b ning qiymati aniqlanadigan bo'lsa, ε qiymati oldindan qabul qilinadi, so'ngra ma'lum bo'lgan b ning qiymatida ε qiymatini (2.2) formula bo'yicha to'g'ri qabul qilinganligi aniqlanadi. Tezlik koeffitsiyenti 97 suv oqimini vodoslivga kirish sharoitlariga bog'liq va 2.1-jadval bo'yicha qabul qilinadi.

Oqim ko'milmay o'tadigan rostlovchi inshoot hisobi (2.1d-rasm). Vodosliv bo'yicha oqib o'tish xakteri bilan belgilanadi va u G.G.Kiselev bo'yicha quyidagi ifoda bo'yicha qabul qilinadi:



2.1-rasm. Ochiq rostlovchi inshootlar gidravlik hisobi sxemalari: *a* ko'tarilgan keng ostonali vodosliv; *b* tubda joylashgan oqim ko'milib o'tadigan keng ostonali vodosliv; *d* -oqim ko'milmay o'tadigan keng ostonali vodosliv; *e*-ko'milmaydigan katta tirqishdan oqib o'tish; *f*-ko'miladigan katta tirqishdan oqib o'tish; *g*-zatvor ostidan suvning ko'milmay oqib chiqishi; *h* -zatvor ostidan suvning ko'milib oqib chiqishi.

$$h_k < 1,25h_{kr}, (2.3)$$

bunda, h_k - pastki byef tomonidan ko'milish chuqurligi.

$h_{kr} > 1,25/h_{kr}$ bo'lsa, vodosliv ko'milgan, agar $h_k < 1,25h_{kr}$ bo'lsa ko'milmagan. Bunda h_{kr} - vodoslivdagi kritik chuqurlik. Keng ostonali vodosliv ko'milishini aniqlashning aniqroq formulalari gidravlika fanida keltirilgan.

2.1-jadval.

Keng ostonali vodoslivlar uchun φ , m , M koeffitsiyentlarining qiymatlari

Oqib o'tish sharoitlari	φ	m	M
Gidravlik qarshiliklar bo'lmaganda	1	0.385	1.70
Kirish shakli yaxshi tanlanganda	0.95	0.365	1.62
Kirishdagi ostonaga yaxshi yumaloq bo'lganda	0.92	0.350	1.55

Kirish qirrasi o'tmas bo'lganda	0.88	0.320	1.42
Kirish qirrasi yumaloq bo'lmaganda	0.85	0.320	1.42
Kirishda gidravlik sharoitlar yaxshi bo'lmaganda (o'tkir va kirish qirrasi tekis bo'lmagan)	0.80	0.300	1.33

Oqim ko'milmay o'tadigan keng ostonali vodoslivdan o'tadigan suv sarfi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q = \delta \varepsilon m b \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad (2.4)$$

bunda, formulaga kiruvchi qiymatlarga yuqorida izoh berilgan. δ koeffitsiyenti qiymati oqim ko'milib o'tadigan vodoslivlardagi kabi qabul qilinadi.

(2.4) formuladagi doimiy qiymatlarni bitta belgi bilan ifodalash mumkin:

$$M = m \sqrt{2g} \quad (2.5)$$

Shunda (2.4) formula quyidagi ko'rinishga keladi:

$$Q = \delta \varepsilon M b H_0^{3/2} \quad (2.6)$$

Sarf koeffitsiyenti m va unga mos keluvchi vodosliv koeffitsiyenti M qiymati 2.1-jadvalda keltirilgan. Yon tomondan siqilish koeffitsiyent ε ni (2.2) formuladan aniqlanadi.

Tirqishlari to'liq yopilmagan rostlovchi inshootlar hisobi. Rostlovchi inshootlar o'lchamlari zatvorlar to'liq ko'tarilgan holatda ular orqali hisobiy suv sarflarini o'tkazish sharoitidan kelib chiqqan holda aniqlanadi. Suv sarfining bir qismini o'tkazishda tirqishlar, odatda, zatvorlar bilan qisman yopiladi. Bu holatda hisoblarning o'ziga xos xususiyati shundan iborat bo'ladiki, ularni inshoot o'lchamlari ma'lum bo'lganda bajariladi, bu o'z navbatida tekshirish hisobi bajariladi.

Bunday hisoblarda rostlovchi inshoot siqilgan tirqishidan o'tadigan suv sarfi yoki tirqishdan o'tkazilishi lozim bo'lgan sarf ma'lum bo'lganda uning o'lchami aniqlanadi.

Zatvor bilan qisman yopilgan rostlovchi inshootlar oraliqlari orqali o'tadigan suv sarfi hisobi asosiy ikkita sxema bo'yicha olib boriladi: katta tirqishdan oqib o'tish va suvni zatvor ostidan chiqarish.

Katta tirqishdan oqib o'tish. Katta tirqishlardan suv oqimi oqib o'tishida ularning o'lchamlari inshoot oldidagi suv chuqurligiga teng bo'lgan sxemalarda, bosim doimiy bo'lganda ko'milmagan tirqish (2.1e- rasm) uchun hisobiy formula quyidagicha bo'ladi:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH_0} \quad (2.7)$$

bunda: μ - sarf koeffitsiyenti 2.2-jadvaldan qabul qilinadi; ω - tirqish yuzasi; H_0 - tezlikni hisobga olganda tirqish og'irlik markazigacha bo'lgan chuqurlik.

2.2-jadval

Gidrotexnika inshootlari dastlabki hisobi uchun sarf koeffitsiyenti μ qiymatlari (N.N.Pavlovskiy bo'yicha)

Tirqish turi	μ
To'liq siqilgan kichik tirqishlar	0.60
Jilg'a hamma tomondan siqilgan o'rta o'lchamli tirqish	0.65
Mukammal bo'lmagan, ammo hamma tomondan siqilgan katta o'lchamli tirqish	0.70
Yon tomondan siqilish koeffitsiyenti ko'proq ta'sir etuvchi tubdagi tirqish	0.65...0.70
Yon tomondan silliq keluvchi tubdagi tirqish	0.80...0.85

Ko'milgan tirqish uchun (2.1d-rasm) hisobiy formula quyidagicha bo'ladi:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gz_0} \quad (2.8)$$

bunda, μ - amaliy hisoblar uchun 10.2-jadvaldan qabul qilinadi; z_0 - tezlikni hisobga olganda suv sathlari orasidagi farq.

Suvni zatvor ostidan oqim ko'milmay o'tadigan gorizontal novga chiqarish (2.1g-rasm).

Bu hol uchun hisobiy formula quyidagicha bo'ladi:

$$Q = \varphi \varepsilon' a B \sqrt{2g(H_0 - \varepsilon' a)} \quad (2.9)$$

bunda: φ - tezlik koeffitsiyenti (ostonasiz tirqishlar uchun $\varphi = 0,95...0,97$, ostonasi ko'tarilgan tirqishlar uchun esa $\varphi = 0,85...0,95$); ε' - vertikal siqilish koeffitsiyenti, tirqish balandligini zatvor oldidagi chuqurlikka nisbatiga bog'liq; vertikal yassi zatvorlar uchun uning qiymati quyidagicha:

a/H	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70
ε'	0.615	0.620	0.625	0.630	0.645	0.660	0.690

Egri chiziqli zatvorlar bilan yopiladigan tubdagi tirqishlar uchun, masalan segmentli, sarf koeffitsiyenti qiymati $\mu = \varepsilon' \varphi$ ga teng va u zatvor sirti hosil qilgan chiziq pastki qirrasi og'ish burchagi β ga bog'liq holda taxminan qabul qilinadi: $\beta = 63^\circ 20'$ bo'lganda $\mu = 0,74$ qiymatiga; $\beta = 45^\circ$ bo'lganda $\mu = 0,84$ ga teng bo'ladi.

Suvni zatvor ostidan oqim ko'milib o'tadigan gorizontal novga chiqarish (2.1h-rasm). Zatvor ostidan chiqadigan suv sarfi quyidagi formuladan suv sarfi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q = \mu a B \sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (2.10)$$

bunda: h_z - tirqishdan oqim ko'milmay o'tganda siqilgan chuqurlik kesimidagi suv chuqurligi.

h_z - chuqurligi quyidagi tenglamadan topiladi:

$$h_z = \sqrt{h_z^1 - N(H_0 - \frac{N}{n})} + \frac{N}{2}, \quad (2.11)$$

bunda, N ning qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$N = 4\mu^2 a^2 \frac{h_z - h_c}{h_z h_c} \quad (2.12)$$

Sarf koeffitsiyenti μ ni 2.2-jadvaldan qabul qilinadi.

2. Quvurli rostlagichlar

Hisobiy sxemalar. Quvurli rostlagichlar gidravlik rejimi bo'yicha bosimli va bosimsiz bo'lishi mumkin va ularning har biri oqim ko'milmaydigan va ko'miladigan bo'ladi.

Bosimsiz rejimda hisobiy formula ko'ndalang kesim shakliga bog'liq (to'g'ri burchakli, doiraviy). Quvurga kirish keng ostonali vodosliv sxemasi bo'yicha ko'riladi.

Bosimli rejimda quvur ko'ndalang kesimi shakli hisobiy formulaga ta'sir etmaydi. Bosimli rejimdagi quvurli rostlagichlar, odatda, qisqa quvur sxemasi bo'yicha hisoblanadi, ularda mahalliy qarshiliklar hamda uzunlik bo'yicha qarshiliklar hisobga olinadi. Alohida hollarda, quvur uzunligi bosimdan to'rt marta kichik bo'lsa, hisob nasadkadan oqib chiqish sxemasi bo'yicha olib boriladi.

Qabul qilingan sxema bo'yicha gidravlik hisoblar bo'yicha agar suv sarfi ma'lum bo'lsa, quvur o'lchamlari aniqlanadi, ko'ndalang kesimi ma'lum bo'lganda suv sarfi topiladi. Odatda, inshoot oldida va undan keyingi suv sathlari berilgan bo'ladi.

Quyida keltiriladigan quvur suv o'tkazish qobiliyati quvurli rostlagichlarga qo'llash ko'rilsada, lekin ularni boshqa hamma turdagi suv o'tkazuvchi quvurli inshootlarga bir xil darajada qo'llash mumkin.

Masalan, kanal bilan yo'l kesishganda yotqizilgan quvurlar uchun, ko'tarma ostidagi quvurlar uchun, suv tashlovchi quvurlar uchun va boshqalar.

To'g'ri burchakli kesimli bosimsiz quvurlar hisobi. Bunday quvurlar hisobi keng ostonali vodosliv sxemasi bo'yicha olib boriladi. Agar ular oqim ko'milib o'tadigan rejimda ishlasa, (2.2) formula qo'llaniladi.

Agar oqim ko'milib o'tadigan bo'lsa, (2.5) formula qo'llaniladi. Doiraviy kesimli bosimsiz quvurlar hisobi. Doiraviy quvurlar hisobini bajarishda prof.P.I.Shipenko quyidagi formulani tavsiya etgan:

$$Q = \mu \sigma_k \omega_k \sqrt{2gH_{0m}} \quad (2.13)$$

bunda: m - sarf koeffitsiyenti, kirishdagi sharoitlarga bog'liq bo'lib 0,46...0,52 ga teng, dastlabki hisoblar uchun $m = 0,49$ qabul qilish mumkin; ω - yuqori byef suv sathiga nisbatan quvur tubi joylashgan chuqurlikka teng bo'lgan quvur ko'ndalang kesim og'irlik markazigacha bo'lgan quvur ko'ndalang kesimi; H_{0m} - ko'ndalang kesim og'irlik markazigacha bo'lgan chuqurlik; σ_k - ko'milish

koefitsiyenti, vodosliv ostonasidagi chuqurlik h_k ni yuqori byefdagi suv chuqurligi H ga nisbati bo'yicha tanlanadi.

h_k/H	0.67	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99
σ	1.0	0.992	0.967	0.915	0.845	0.735	0.578	0.34

Suzib yuruvchi jismlarni o'tkazish uchun yuqori byef suv chuqurligini diametrga nisbatini qabul qilinadi.

Atmosferaga oqib chiqishda bosimli quvurlar hisobi. Bunday sxemada yuqori byefdagi suv sathining chiqish kesimi og'irlik markaziga nisbatan ko'tarilish balandligi (orttirmasi) sifatida aniqlanadigan bosim quvurdagi yo'qotilishlarga va tezlik bosimini hosil qilishga sarflanadi.

Bunday sxemalar uchun hisobiy formula quyidagicha bo'ladi:

$$Q = \omega \mu_c \sqrt{2gH_0} \quad (2.14)$$

bunda: ω - quvur kesimi; μ_c - tizimning sarf koefitsiyenti quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\mu_c = \frac{1}{\sqrt{\Sigma \xi}} \quad (2.14)$$

bunda: $\Sigma \xi$ mahalliy va uzunlik bo'yicha qarshiliklar koefitsiyentlari yig'indisi.

Suv ostiga chiqishda bosimli quvurlar hisobi. Bunday sxemada byeflardagi sathlar farqi quvurdagi bosim yo'qolishiga sarflanadi.

Bu holat uchun hisobiy formula

$$Q = \omega \mu_{co} \sqrt{2gz_0} \quad (2.15)$$

bunda:

μ_c - tizimning sarf koefitsiyenti, quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\mu_{co} = \frac{1}{\sqrt{\Sigma \xi}} \quad (2.14)$$

bunda: $\Sigma \xi$ - mahalliy va uzunlik bo'yicha qarshilik koefitsiyentlari yig'indisi.

1-misol. Rostlovchi shlyuz orqali suv sarfini aniqlash

Berilgan:

- Shlyuz eni: $b=3.0$ m
- Ochiq balandligi: $a=1.2$ m
- Yuqori suv sathi: $H_1=4.5$ m
- Quyi suv sathi: $H_2=2.0$ m
- Oqim koeffitsiyenti: $\mu=0.60$
- Erkin tushish tezlanishi: $g=9.81$ m/s²

Yechish: Bosim ostida oqim uchun suv sarfi formulasi:

$$Q = \mu \cdot b \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot g(H_1 - H_2)}$$
$$Q = 0.60 \cdot 3.0 \cdot 1.2 \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot (4.5 - 2.0)}$$
$$Q = 2.16 \sqrt{49.05}$$
$$Q = 2.16 \cdot 7.00 = 15.12 \text{ m}^3/\text{s}$$

Javob: $Q=15.1$ m³/s

2-misol. Rostlovchi ostonadan suv oqimini aniqlash

Berilgan:

- Ostonaning eni: $b=4.0$ m
- Suv bosimi: $h=1.5$ m
- Oqim koeffitsiyenti: $\mu=0.42$

Yechish:

Erkin oqim sharti uchun:

$$Q = \mu \cdot b \cdot h^{3/2}$$
$$Q = 0.42 \cdot 4.0 \cdot (1.5)^{3/2}$$
$$Q = 0.42 \cdot 4.0 \cdot 1.84 = 3.09 \text{ m}^3/\text{s}$$

Javob: $Q=3.1$ m³/s

3-misol. Rostlovchi klapan ostida oqim tezligini aniqlash

Berilgan:

- Yuqori suv sathi: $H_1=6.0$ m

- Quyi suv sathi: $H_2=2.5$ m

Yechish:

Oqim tezligi:

$$v = \sqrt{2 \cdot g(H_1 - H_2)}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot (6.0 - 2.5)}$$

$$v=68.67=8.29\text{m/s}$$

Javob: $v=8.3$ m/s

4-misol. Rostlovchi inshootda gidravlik yo‘qotishni aniqlash

Berilgan:

- Mahalliy qarshilik koeffitsiyenti: $\zeta=1.5$
- Oqim tezligi: $v=3.2$ m/s

Yechish:

$$h_{yo'q}=\zeta \cdot v^2/2g$$

$$h_{yo'q}=1.5 \cdot (3.2)^2/2 \cdot 9.81$$

$$h_{yo'q}=0.78 \text{ m}$$

Javob:

$$h_{yo'q}=0.78 \text{ m}$$

5-misol. Rostlovchi inshootdan o‘tuvchi maksimal suv sarfi

Berilgan:

- Kanal kengligi: $b=5.0$ m
- Suv chuqurligi: $h=2.0$ m
- O‘rtacha tezlik: $v=2.4$ m/s

Yechish:

$$Q=b \cdot h \cdot v$$

$$Q=5.0 \cdot 2.0 \cdot 2.4=24.0 \text{ m}^3/\text{s}$$

Javob: $Q=24.0 \text{ m}^3/\text{s}$

Topshiriq variantlari jadvali

№	Inshoot turi	Eni b, m	Ochiqlik a, m	Yuqori sath H ₁ , m	Quyi sath H ₂ , m	Oqim koeff. μ	Qarshilik ζ
1	Shlyuz	2.0	0.8	4.0	2.0	0.60	1.2
2	Shlyuz	2.5	1.0	4.5	2.2	0.62	1.3
3	Shlyuz	3.0	1.2	5.0	2.5	0.60	1.4
4	Shlyuz	3.5	1.4	5.5	2.8	0.61	1.5
5	Shlyuz	4.0	1.5	6.0	3.0	0.63	1.6
6	Ostonali rostlagich	2.0	–	1.2	–	0.42	0.8
7	Ostonali rostlagich	2.5	–	1.4	–	0.43	0.9
8	Ostonali rostlagich	3.0	–	1.6	–	0.44	1.0
9	Ostonali rostlagich	3.5	–	1.8	–	0.45	1.1
10	Ostonali rostlagich	4.0	–	2.0	–	0.46	1.2
11	Klapan	1.5	0.6	3.5	1.5	0.58	1.0
12	Klapan	2.0	0.8	4.0	1.8	0.59	1.1
13	Klapan	2.5	1.0	4.5	2.0	0.60	1.2
14	Klapan	3.0	1.2	5.0	2.3	0.61	1.3
15	Klapan	3.5	1.4	5.5	2.6	0.62	1.4
16	Kanal regulyatori	2.5	1.0	3.8	2.0	0.55	0.9
17	Kanal regulyatori	3.0	1.2	4.2	2.3	0.56	1.0
18	Kanal regulyatori	3.5	1.4	4.6	2.6	0.57	1.1
19	Kanal regulyatori	4.0	1.6	5.0	3.0	0.58	1.2
20	Kanal regulyatori	4.5	1.8	5.5	3.3	0.59	1.3

3-Amaliy mashg'lot

Tutashtiruvchi inshootlar gidravlik hisoblari

Ishdan maqsad:

1. Tutashtiruvchi inshootlar hisobini aniqlash bo'yicha nazariy bilimni mustahkamlash;
2. Tutashtiruvchi inshootlar gidravlik hisoblari

3.1. Tutashtiruvchi inshootlar hisobini aniqlash bo'yicha nazariy ma'lumotlar.

Tutashtiruvchi inshootlar turi mahalliy sharoitlarni hisobga olingan holda varianlarni texnik-iqtisodiy taqqoslash asosida tanlanadi.

Loyihalashning boshlang'ich bosqichlarida inshootlarning turini tanlash imkonini beradigan dastlabki mulohazalar quyidagilardan iborat bo'ladi.

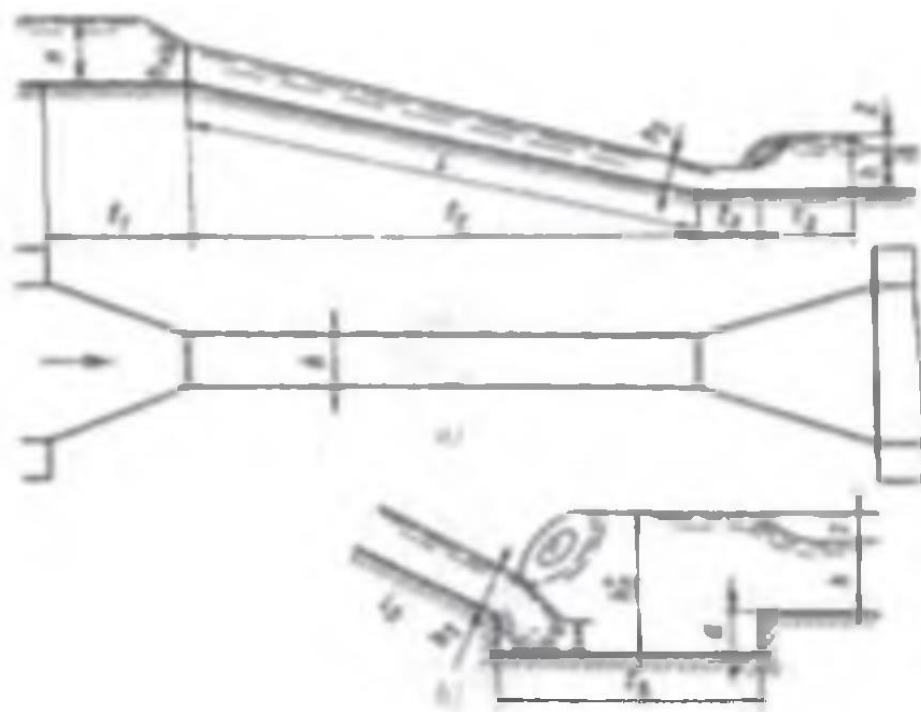
Nishabliklar 0,25 gacha bo'lganda tutashtiruvchi inshoot sifatida tezoqarni qabul qilish tavsiya etiladi, nishabliklar 0,26...0,35 bo'lganda bir yoki ko'p pog'onali sharshara va nishabliklar 0,35 dan katta boiganda konsolli, quvurli, quvurli-konsolli yoki shaxtali sharsharalar qabul qilinadi. Tutashtiruvchi inshoot turini tanlashda zamindagi gruntlarning mexanik xossalari, grunt suvlarining joylashuv chuqurligi va foydalanish davridagi xarajatlarini ham hisobga olinadi. Inshoot trassasida depressiya egri chizig'ining yuqori holatida yengil konstruksiyalar qurish maqsadga muvofiqdir, masalan tezoqar yoki konsolli sharshara grunt suvlari chuqur joylashganda massiv sharsharlarni qurish tavsiya etiladi. Konsolli sharsharalarni eksplutatsiya qilish harajatlari boshqa turdagi tutashtiruvchi inshootlarga qaraganda yuqori, chunki ularni yuvilish voronkasi holatini, tayanchlarning ustuvorligini nazorat qilib turish lozim, kerakli o'lchash ishlarini olib borish talab qilinadi. Tezoqarlar faqatgina davriy kuzatuv va nazorat ostiga olinadi, shunga ko'ra foydalanish davridagi xarajatlar unchalik ko'p bo'lmaydi.

Tutashtiruvchi inshoot turini xulosaviy qabul qilishni ularni bir nechta variantlarini texnik-iqtisodiy taqqoslash asosida amalga oshiriladi.

3.2. Tutashtiruvchi inshootlar gidravlik hisoblari

Tutashtiruvchi inshootlar gidravlik hisoblari uchun quyidagi ma'lumotlar beriladi - ularning suv sarflari Q , tezoqar yoki konsolli sharshara uchun tubining nishabliklarini , ularning novlari uzunliklari L , keluvchi kanaldan suv tezligi 3 , keluvchi va ketuvchi kanallardagi suv chuqurliklari. To'g'ri burchakli kesimli tezoqar hisobi. Tezoqar kirish qismining kengligi (3.1-rasm) keng ostonali vodosliv formulasi bo'yicha aniqlanadi:

$$b = \frac{Q}{\varepsilon m \sqrt{2g} H_0^{3/2}} \quad (3.1)$$



3.1-rasm. Tezoqar gidravlik hisobi sxemasi: a-silliqliq suv urilma; b-quduqli.

bunda: m - sarfi koeffitsiyenti, $m = 0,36 \dots 0,38$; H_0 - tezlikni hisobga olganda tezoqar kirish qismi ostonasidagi bosim, $H_0 = H + 29^2/2g$; ε - yon tomondan siqilish koeffitsiyenti, $\varepsilon = 0,95 \dots 0,97$.

Tezoqar boshlanishda suvning kritik chuqurligi

$$h_{kr} = \sqrt[3]{\left(\frac{Q}{b}\right)^2 \frac{1}{g}} \quad (3.2)$$

Tezoqardagi oqimning normal chuqurligi barqaror harakat formulalari bo'yicha aniqlanadi. Buning uchun oqim chuqurligi h_1 ga bir necha qiymatlar beriladi va Shezi formulasi bo'yicha bu chuqurliklarga mos suv Q_1 sarflari hisoblab topiladi. Hisob natijlari asosida $Q_1 - f(h)$ bog'lanish grafigi quriladi va grafikdan berilgan Q bo'yicha h_n qiymati o'rnatiladi. Novdagi barqarorlashgan erkin sirt egri chizig'ini qurish uchun nov boshidagi $h_1 = h_{kr}$ ga teng miqdorda, novning keyingi kesimidagi h_2 chuqurlik $h_1 < h_2 < h_{kr}$ oraliqda qabul qilinadi. So'ngra $h_{o'r} = (h_1 + h_2)/2$ va h_n ga mos $K_{o'r}$ va K_n sarf xarakteristikalarini quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$K = \omega c \sqrt{R} \quad (3.3)$$

bunda: ω - jonli kesim yuzasi; C - Shezi koeffitsiyenti; R - gidravlik radius.

Suvning notekis harakat formulasi

$$\frac{i_1 L}{h_1} = \eta_2 - \eta_1 - \left[1 - \frac{1.1 C_{o'r}^2 l_0 b}{g x_{o'r}} \right] [\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)] \quad (3.4)$$

va o'zanning gidravlik ko'rsatkichi

$$K = 2 \frac{\lg K_{o'r} - \lg K_o}{\lg h_{o'r} - \lg h_o} \quad (3.5)$$

dan foydalanib tezoqar novdagi erkin sirt egri chizig'i quriladi. (3.4) formulada L - tezoqar novining uzunligi; $\eta_2 = h_2/h_n$ va $\eta_1 = h_1/h_n$ - nisbiy chuqurliklar; $\varphi(\eta_2)$ va $\varphi(\eta_1)$ - nisbiy chuqurliklar: h_2 chuqurlikka turli qiymatlar berilib, (3.4) formula bo'yicha erkin sirt egri chizig'ining boshlang'ich kesimdan ko'tarilayotgan kesimgacha bo'lgan uzunligi aniqlanadi. Shuningdek, (3.4) ifoda bo'yicha tezoqar etak qismidagi chuqurligi h_2 ni tanlash yo'li bilan aniqlanadi.

Birinchi tutash chuqurlikni $h_{o'r} = h_2$ ga teng deb qabul qilib, tezoqar qudug'idagi suvning ikkinchi tutash chuqurligini aniqlaymiz:

$$h_c^1 = \frac{h_2}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{\alpha 8}{g h_2^3} \left(\frac{Q}{b} \right)^2} - 1 \right] \quad (3.6)$$

bunda, α - kinetik energiya koeffitsiyenti, $\alpha = 1,1$.

Agar $h_c^1 > h$ bo'lsa, bunda h - ketuvchi kanaldagi suv chuqurligi, gidravlik sakrash pastki byefda ko'milmagan deb qaraladi va suv qudug'i loyihalanadi, agar $h_c^1 < h$ bo'lsa - suv qudug'i kerak bo'lmaydi. Suv qudug'i chuqurligini aniqlash uchun (3.1.b-rasmga qarang) tezoqar novidan keyin siqilgan kesimdagi suv chuqurligi ketma-ket yaqinlashuv usuli bilan quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\frac{Q}{b} = \varphi h_c^1 \sqrt{\alpha g (h_2 + d + \frac{\alpha \vartheta^2}{2g} - h_c^1)} \quad (3.7)$$

bunda, $\frac{\alpha \vartheta^2}{2g}$ - tezoqar novi oxiridagi tezlik bosimi; φ - tezlik koeffitsiyenti, $\varphi = 0,95$.

Odatda, gidravlik sakrash $h + d > h_c$ ko'milish sharoitlari bajarilguncha suv qudug'i chuqurligi d ga bir nechta qiymatlar beriladi.

Suv urilma qudug'ining uzunligi

$$l_k = l_1 + 0.8 l_{sak} \quad (3.8)$$

bunda, l_1 - oqimning otilish uzunligi

$$l_1 = \sqrt{h_2 + \frac{\alpha \vartheta^2}{2g}} (2d + h_2) \quad (3.9)$$

l_{sak} - gidravlik sakrash uzunligi

$$l_{sak} = 2.5(1.9 h_c - h_0) \quad (3.10)$$

Agar tezoqar novidagi suv tezligi, yuvilishiga ruxsat etiladigan tezlikdan katta bo'lsa, sun'iy g'adir-budirlik loyihalanadi. G'adir-budirlik o'lchamlari Ye.A.Zamarin formulasi bo'yicha aniqlanadi:

$$C(A - E\alpha \pm D\beta) = 1000 \quad (3.11)$$

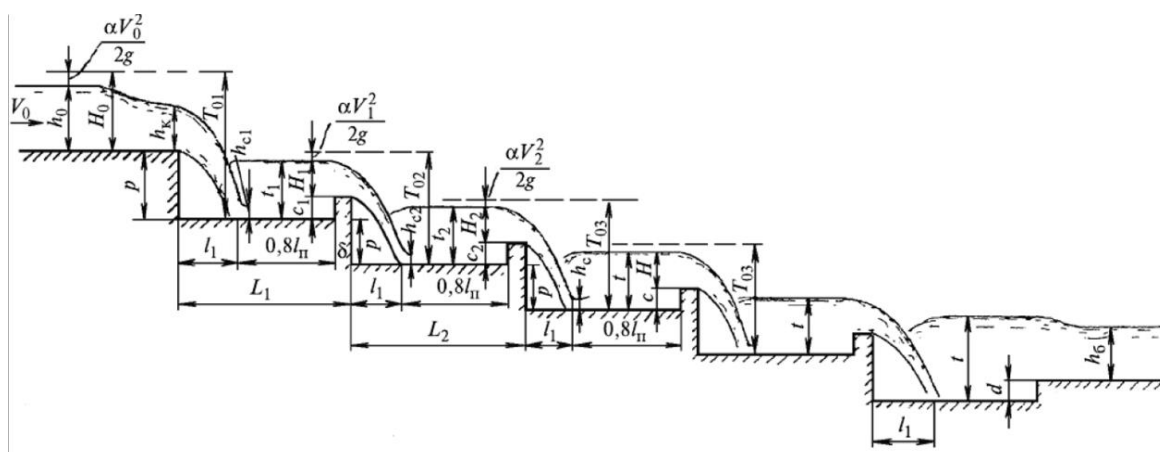
bunda, C - Shezi koeffitsiyenti; a - h ! A ; $P = b l h$; h - g'adir budirlik ustidagi suv chuqurligi; A, E, D - g'adir-budirlik turiga bog'liq sonli raqamlar: shashkalar uchun $A = 52, E = -5,1, D = -0,8$; ikki qatorli egri- bugriliklar uchun $A = 116,1, E = -6,1, D = -1,2$.

Odatda, novning uzunligi bo'yicha sun'iy g'adir-budirlik oqim tezligi yuvilishiga ruxsat etilgan qiymatdan katta bo'lgan kesimdan boshlab qabul qilinadi. Bu kesimdagi suv chuqurligi

$$h_{y.k} = \frac{Q}{b\vartheta_{y.k}} \quad (3.12)$$

Tezoqar novi yon devorlari zaxira balandligi suv sathi ustidan belgilanadi va uning qiymati undan oqib o'tadigan suv sarfiga ko'ra qabul qilinadi:

Sarf, m ³ /s	1	1..10	10..30	30..50	50..100
Suv sathi ustidan zaxira balandligi, m	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6



3.2-rasm. Ko'p pog'onali sharshara gidravlik hisobi sxemasi.

Kesimi trapetsiyali tezoqarlar nov yon devorlari zaxira balandligi qiymati 15% ga oshadi.

To'g'ri burchakli kesimli ko'p pog'onali sharshara hisobi. Sharshara trassasi bo'ylama kesimi bo'yicha sharshara umumiy tushish balandligi P aniqlanadi (3.2-rasm). So'ngra har bir pog'ona balandligi topiladi:

$$p = P/n + d, \quad (3.13)$$

bunda, n - pog'onalar soni; d - suv urilma qudug'ining chuqurligi.

Kirish qismi kengligi (3.1) formula bo'yicha hisoblanadi. So'ngra sharshara birinchi va ikkinchi pog'onalar hisoblanadi. Birinchi pog'onadagi birinchi tutash chuqurlik h_c^1 quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\frac{Q^2}{b^2\varphi^2 2g} = (h_c^1)^2(p+H_0 - h_c) \quad (3.14)$$

bunda: φ - tezlik koeffitsiyenti, pog'ona balandligiga ko'ra qabul qilinadi (Ye.A.Zamarin tavsiyalari)

p, m	1	2	3	4	5
φ	1.00...0.95	0.95...0.91	0.91...0.88	0.88...0.86	0.86...0.85

Ikkinchi tutash chuqurlik h_1 (3.6) formula bo'yicha aniqlanadi.

Birinchi pog'ona suv urilma devori ustidagi suv chuqurligi

$$H_1 = \left[\frac{Q}{bm\sqrt{2g}} \right]^{2/3} \quad (3.15)$$

bunda, m - yupqa devorli vodosliv uchun sarf koeffitsiyenti, $m = 0,42$.

Birinchi pog'onadagi suv urilma qudug'ining chuqurligi

$$d = h_c'' - H_1 \quad (3.16)$$

Oqimning quyilib tushish uzunligi quyidagi ifodadan topiladi:

$$l_T = \sqrt{H_0(2p + H)} \quad (3.17)$$

Sakrash uzunligi esa quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$l_{sak} = 3.15h_c'' \quad (3.18)$$

Birinchi pog'ona uzunligi

$$l = l_T + l_{sak} \quad (3.19)$$

Ikkinchi pog'ona hisobi birinchi pog'ona singari bajariladi, faqat bosim H_0 o'rniga birinchi pog'onadagi suv qudug'iga oqim tezligi kelishini hisobga olib H_f bosimi qabul qilinadi:

$$\vartheta = \frac{Q}{bh} \quad (3.20)$$

Barcha keyingi pog'onalar o'lchamlari ikkinchi pog'ona o'lchamlariga teng bo'ladi, chunki ularning gidravlik sharoitlari bir xildir. Sharshara bilan kanal kengayuvchi ko'rinishda birlashtirilsa, tutash chuqurliklar sakrash funksiyasi tenglamasidan aniqlanadi:

$$\frac{\alpha Q^2}{g\omega_1} + y_1\omega_1 = \frac{\alpha Q^2}{g\omega_2} + y_2\omega_2 \quad (3.21)$$

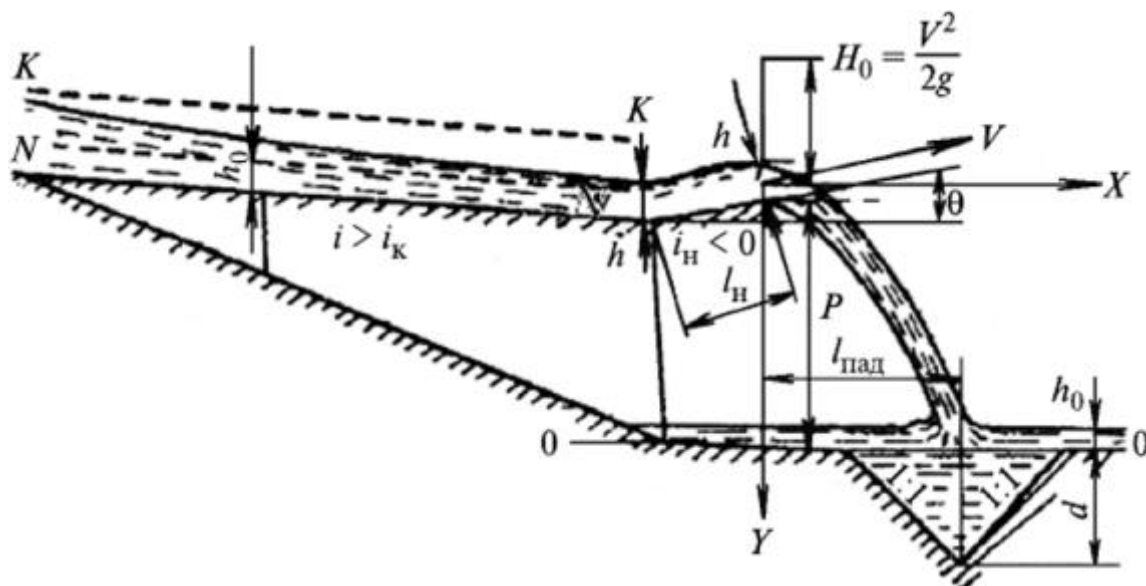
bunda: ω_1 , va ω_2 - sakrashdan oldin va keyingi jonli kesim yuzalari; y_1 va y_2 mos ravishda tutash kesimlar yuzalarining og'irlik markazigacha bo'lgan masofalar.

Suv urilma qudug'idagi birinchi tutash chuqurlik ma'lum bo'lganda (3.21) formulalardan ikkinchi tutash chuqurlik aniqlanadi, so'ngra (3.19) formuladan quduq uzunligi topiladi.

Qudugning kengayish burchagi quyidagi formula yordamida topiladi:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{l}{\Pi_k} \quad (3.22)$$

bunda: $\Pi_k = \frac{\alpha \vartheta^2}{gh'_c}$ - siqilgan chuqurlikdagi kinetikli parametri.



3.3-rasm. Konsolli sharshara gidravlik hisobi sxemasi.

Konsolli sharshara hisobi. Konsolli sharshara novidagi suv chuqurliklari tezoqar novi suv chuqurliklarini aniqlash kabi topiladi.

Konsoldan oqimning otilish uzoqligi

$$l_{otl} = 0.45 \varphi \vartheta \sqrt{p + h} \quad (3.23)$$

bunda, ϑ - konsoldan tushish tezligi, $\vartheta = Q/(bh)$; φ - tezlik koeffitsiyenti, ko'p pog'onali sharshara hisobidagi kabi qabul qilinadi.

Yuvilish voronkasida oqimning yoyilish uzunligi

$$L = 1.4 q l g \frac{\vartheta_0}{\vartheta_{y.k.}} \quad (3.24)$$

bunda, q - oqimni suvga kirish joyidagi solishtirm a sarfi; $\vartheta_{y.k.}$ - voronkadagi grunt uchun yuvilishga yo'l qo'yiladigan tezlik; a — raqamli koeffitsiyent, $a = 0.8$; ϑ_0 - oqimning suvga kirish tezligi

$$\vartheta_0 = \varphi \sqrt{\vartheta^2 + 2g(p + h)} \quad (3.25)$$

Oqimning suvga kirish burchagi

$$tg\theta = \sqrt{\frac{2g(p+h)}{v}} \quad (3.26)$$

Yuvilish voronkasidagi suv chuqurligi

$$t-L\sin\theta \quad (3.27)$$

Ketuvchi kanal tubiga nisbatan yuvilish chuqurligi esa quyidagi formuladan topiladi:

$$T = t - h_k. \quad (3.28)$$

Qabul qilingan qiymatlarni hisobga olib, konsol tayanchlarining poydevorining yotqizish chuqurligi belgilanadi.

1-misol. Kanal tutashtiruvchi inshootdan suv sarfini aniqlash

Berilgan:

- Kanal eni: $b=3.0$ m
- Suv chuqurligi: $h=1.2$ m
- Oqim tezligi: $v=1.5$ m/s

Topilsin: suv sarfi Q

Yechim:

$$Q=b \cdot h \cdot v$$

$$Q=3.0 \cdot 1.2 \cdot 1.5=5.4 \text{ m}^3/\text{s}$$

Javob: $Q=5.4 \text{ m}^3/\text{s}$

2-misol. Kanal–daryo tutashtiruvchi inshootda energiya yo‘qotishini aniqlash

Berilgan:

- Oqim tezligi: $v=2.0$ m/s
- Mahalliy qarshilik koeffitsiyenti: $\zeta=1.3$

Topilsin: gidravlik yo‘qotish $h_{yo'q}$

Yechim:

$$h_{yo'q}=\zeta \cdot v^2/2g$$

$$h_{yo'q}=1.3 \cdot (2.0)^2/2 \cdot 9.81$$

$$h_{yo'q}=0.265 \text{ m}$$

Javob: $h_{yo'q}=0.265$ m

3-misol. Quvur–kanal tutashmasida oqim tezligini aniqlash

Berilgan:

- Quvur diametri: $d=0.8$ m
- Suv sarfi: $Q=1.2$ m³/s

Topilsin: oqim tezligi v

Yechim:

Quvur kesimi:

$$A=\pi d^2/4$$

$$A=3.14 \cdot (0.8)^2/4=0.503 \text{ m}^2$$

Tezlik:

$$v=Q/A$$

$$v=1.2/0.503=2.39 \text{ m/s}$$

Javob: $v \approx 2.4$ m/s

4-misol. Tutashtiruvchi inshootdagi umumiy energiya yo'qotishi

Berilgan:

- Oqim tezligi: $v=1.8$ m/s
- Kirish yo'qotishi: $\zeta_1=0.5$
- Chiqish yo'qotishi: $\zeta_2=1.0$

Topilsin: umumiy yo'qotish h_Σ

Yechim:

$$\zeta_\Sigma=\zeta_1+\zeta_2=1.5$$

$$h_\Sigma=1.5 \cdot (1.8)^2/2 \cdot 9.81$$

$$h_\Sigma=0.25 \text{ m}$$

Javob: $h_\Sigma \approx 0.25$ m

5-misol. Suv sathlari farqi bo'yicha o'tuvchi sarfni aniqlash

Berilgan:

- Oqim koeffitsiyenti: $\mu=0.6$
- Inshoot eni: $b=2.5$ m
- Suv sathlari farqi: $H=1.5$ m

Topilsin: suv sarfi Q

Yechim:

$$Q = \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

$$Q = 0.60 \cdot 2.5 \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 1.5}$$

$$Q = 8.1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Javob: $Q \approx 8.1 \text{ m}^3/\text{s}$

Talabalar uchun topshiriq variantlari

Berilgan ma'lumotlar asosida:

1. Suv sarfini Q, m^3/s
2. Oqim tezligini v, m/s
3. Mahalliy gidravlik yo'qotishlarni $h_{y\text{o'q}}$
4. Energiya sathi farqini baholang

Qabul qilinsin: $g=9.81 \text{ m/s}^2$

Topshiriq variantlari jadvali

№	Tutashtiruvchi inshoot turi	Eni b, m	Chuqurlik h, m	Diametr d, m	Tezlik v, m/s	Qarshilik koeff. ζ
1	Kanal–kanal	2.0	1.0	–	1.2	0.8
2	Kanal–kanal	2.5	1.1	–	1.3	0.9
3	Kanal–kanal	3.0	1.2	–	1.4	1.0
4	Kanal–kanal	3.5	1.3	–	1.5	1.1
5	Kanal–kanal	4.0	1.4	–	1.6	1.2
6	Kanal–daryo	2.0	1.2	–	1.8	1.3
7	Kanal–daryo	2.5	1.3	–	2.0	1.4
8	Kanal–daryo	3.0	1.4	–	2.2	1.5
9	Kanal–daryo	3.5	1.5	–	2.4	1.6
10	Kanal–daryo	4.0	1.6	–	2.6	1.7
11	Quvur–kanal	–	–	0.6	1.5	0.9
12	Quvur–kanal	–	–	0.7	1.7	1.0
13	Quvur–kanal	–	–	0.8	1.9	1.1
14	Quvur–kanal	–	–	0.9	2.1	1.2
15	Quvur–kanal	–	–	1.0	2.3	1.3
16	Quvur–quvur	–	–	0.5	1.8	1.4
17	Quvur–quvur	–	–	0.6	2.0	1.5
18	Quvur–quvur	–	–	0.7	2.2	1.6
19	Quvur–quvur	–	–	0.8	2.4	1.7
20	Quvur–quvur	–	–	0.9	2.6	1.8

4-Amaliy mashg'lot

Suv o'tkazuvchi inshootlar gidravlik hisoblari

Ishdan maqsad:

1. Suv o'tkazuvchi inshootlar gidravlik hisobini aniqlash bo'yicha nazariy bilimni mustahkamlash;
2. Suv o'tkazuvchi inshootlar gidravlik hisoblari

Dyukerlar. Kanallarda quriladigan dyukerlar normal suv sarfi bo'yicha ularni kanal bilan kesishgan joylaridagi tabiiy suv oqimlarida esa inshoot kapitallik sinfi bo'yicha aniqlanadigan normativ ta'minlangan maksimal suv sarfi bo'yicha hisoblanadi. Dyukerlarni hisoblashda geometrik sxema tuzilgan bo'lishi kerak, unda quvurlar uzunligi, kallaklarning joylashgan o'rni va quvurlar materiali ko'rsatiladi (4.1-rasm).

Dyukerlar bosimli quvurlar formulalari bo'yicha hisoblanadi, ularda mahalliy bosim yo'qolishlari hamda uzunlik bo'yicha ishqalanishdagi yo'qolishlar hisobga olinadi. Bosimli quvurlar hisobiy formulasi quyidagicha:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gz} \quad (4.1)$$

Bu formulani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Z = \Sigma \xi \frac{v^2}{2g} \quad (4.2)$$

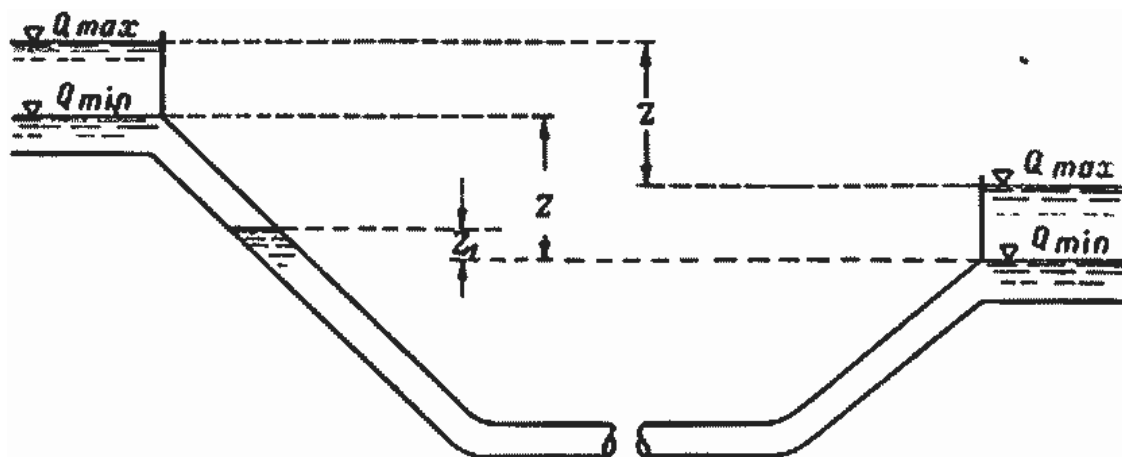
bunda: z - umumiy bosim yo'qolishi, dyuker oldidagi va undan keyingi suv sathlari farqiga teng; ω - dyuker quvurining ko'ndalang kesim yuzasi; μ - tizimning sarf koeffitsiyenti quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\mu = \sqrt{\frac{1}{\Sigma \xi}} \quad (4.3)$$

Qarshilik koeffitsiyentlari yig'indisi $\Sigma \xi$ kirishdagi, burilishlardagi, chiqishdagi va uzunlik bo'yicha ishqalanishdagi qarshiliklarni hisobga oladi.

Qarshilik koeffitsiyentlarining sonli qiymatlari gidravlika bo'yicha ma'lumotnomalarda berilgan, doiraviy quvurlarda uzunlik bo'yicha qarshilik

koeffitsiyenti esa quyidagi ifoda $\xi_{ish} = \lambda \frac{1}{d}$, bo'yicha hisoblanadi. λ ni aniqlashda bir necha formulalar mavjud.



4.1-rasm. Dyuker gidravlik hisobi sxemasi.

Agar λ suyuqlikning yopishqoqligi, uning oqim tezligiga bog'liq bo'lmasa, N.N.Pavlovskiyning $\lambda = 8gn^2 \left(\frac{H}{d}\right)^{2/3}$ - formulasi asosida tuzilgan jadvaldan foydalanish mumkin,

bunda

n – g'adir-budirlik koeffitsiyenti;

d - quvur diametri.

Doiraviy quvurlar uchun (4.2) formulaning yoyilgan ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$Z = \frac{\vartheta^2}{2g} (\xi_k + \xi_b + \xi_b + \xi_{ish}) \quad (4.4)$$

Uzunligi l_k bo'lgan to'g'ri burchakli quvurlarda uzunlik bo'yicha bosim yo'qolish Shezi formulasi bo'yicha hisoblanadi. Buni hisobga olinsa, (4.2) formula quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$Z = \frac{\vartheta^2}{2g} (\xi_k + \xi_b + \xi_b) + \frac{\vartheta^2}{c^2 R} l_k \quad (4.4)$$

Dyukerlarni hisoblashda uchta holat bo'lishi mumkin:

1. Suv sarfi Q ma'lum (ko'p so'zli dyukerlarda hisob bitta ko'z uchun olib boriladi), o'rtacha tezlik ϑ - berilgan, demak, ko'ndalang kesim yuzasi ω ma'lum.

Bu hol uchun (4.1) formula bo'yicha z -so'ngra dyukerdan keyin suv sathi aniqlanadi.

2. Suv sarfi Q ma'lum, suv sathlari orasidagi farq z berilgan. (4.1) formula bo'yicha quvur ko'ndalang kesim yuzasi aniqlanadi.

3. Ko'ndalang kesim yuzasi ω berilgan suv sathlari orasidagi farq z ma'lum. (4.1) formula dyukerdan o'tadigan suv sarfi aniqlanadi.

Dyuker orqali minimal va maksimal suv sarflarini o'tkazishda tekshirish hisoblari bajariladi, ular asosida dyuker oldidagi kanalda nobarqaror harakat xarakteri belgilanadi. Agar $Q > Q_{his}$ bo'lsa, keluvchi kanalda egri chiziqli dimlanish, $Q < Q_{his}$ bo'lsa, egri chiziqli pasayish bo'ladi. Dyuker oldidagi kanalda nobarqaror harakatga yo'l qo'ymaslik uchun, ko'p ko'zli kesimni qo'llash yoki dyukerdan keyin suv sathini zatvorlar bilan rostlash lozim. Dyuker kirish oldida ham sathni bunday rostlash mumkin.

Akveduklar gidravlik hisobi uning kirish va chiqish qismlari va nov uchun olib boriladi. Nov ko'ndalang kesimi o'lchamlari keng ostonali ko'milgan vodoslivlar formulasi bo'yicha tanlanadi:

$$Q = \varepsilon \varphi b h \sqrt{2gz_0} \quad (4.5)$$

Bunda, h va b - suv chuqurligi va nov kengligi;

z_0 - kirishda sathning farqi, 0,1...0,15 m qabul qilinadi.

Kanaldagi suv chuqurligi h_v ni bilgan holda, $h = h_k - z$ chuqurligi, so'ngra kenglik b topiladi. Akveduk novi tubining nishabligi Shezi formulasi (4.1) bo'yicha hisoblanadi.

Akvedukning chiqish qismidagi nov tubi akvedukdagi va yuqoridagi kanalda suv dimlanishga yo'l qo'ymaslik maqsadida ketuvchi kanal tubiga Δh nisbatan balandlikda o'rnatiladi ($\Delta h = z_0 - 0,1 \dots 0,15m$).

1-misol. Suv o'tkazuvchi quvurdan o'tuvchi suv sarfini aniqlash

Berilgan:

- Quvur diametri: $d=1.0$ m
- Oqim tezligi: $v=2.2$ m/s

Topilsin: suv sarfi Q

Yechim:

Quvur kesimi:

$$A = \pi d^2/4 = 3.14 \cdot 1.024 = 0.785 \text{ m}^2$$

Suv sarfi:

$$Q = A \cdot v = 0.785 \cdot 2.2 = 1.73 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Javob: } Q = 1.73 \text{ m}^3/\text{s}$$

2-misol. Bosim ostidagi quvurda gidravlik yo‘qotishni aniqlash

Berilgan:

- Quvur uzunligi: $L = 120 \text{ m}$
- Diametri: $d = 0.8 \text{ m}$
- Tezlik: $v = 2.0 \text{ m/s}$
- Ishqalanish koeffitsiyenti: $\lambda = 0.025$

Topilsin: ishqalanish yo‘qotishi h_f

Yechim:

$$h_f = \lambda \cdot L / d \cdot v^2 / 2g$$

$$h_f = 0.025 \cdot 120 / 0.8 \cdot (2.0)^2 / 2 \cdot 9.81$$

$$h_f = 0.76 \text{ m}$$

$$\text{Javob: } h_f \approx 0.76 \text{ m}$$

3-misol. Kirish va chiqishdagi mahalliy yo‘qotishlarni hisoblash

Berilgan:

- Oqim tezligi: $v = 1.8 \text{ m/s}$
- Kirish koeffitsiyenti: $\zeta_1 = 0.5$
- Chiqish koeffitsiyenti: $\zeta_2 = 1.0$

Topilsin: mahalliy yo‘qotish h_{mh_mhm}

Yechim:

$$\zeta_{\Sigma} = \zeta_1 + \zeta_2 = 1.5$$

$$h_m = \zeta_{\Sigma} \cdot v^2 / 2g$$

$$h_m = 1.5 \cdot (1.8)^2 / 2 \cdot 9.81 = 0.25 \text{ m}$$

$$\text{Javob: } h_m \approx 0.25 \text{ m}$$

4-misol. Ochiq suv o'tkazgich (galereya)da suv sarfini aniqlash

Berilgan:

- Galereya eni: $b=2.5$ m
- Suv chuqurligi: $h=1.2$ m
- O'rtacha tezlik: $v=1.6$ m/s

Topilsin: suv sarfi Q

Yechim:

$$Q=b \cdot h \cdot v$$

$$Q=2.5 \cdot 1.2 \cdot 1.6=4.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Javob: } Q=4.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

5-misol. Suv sathi farqi bo'yicha suv o'tkazgichdan o'tuvchi sarf

Berilgan:

- Suv sathi farqi: $H=1.4$ m
- Oqim koeffitsiyenti: $\mu=0.62$
- O'tkazgich eni: $b=3.0$ m

Topilsin: suv sarfi Q

Yechim:

$$Q=\mu \cdot b \cdot 2gH$$

$$Q=0.62 \cdot 3.0 \cdot 2 \cdot 9.81 \cdot 1.4$$

$$Q=9.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Javob: } Q \approx 9.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

Talabalar uchun topshiriq variantlari

Berilgan ma'lumotlar asosida:

1. Suv sarfini Q , m^3/s
2. Oqim tezligini v , m/s
3. Ishqalanish bo'yicha gidravlik yo'qotishni h_f , m
4. Mahalliy yo'qotishlarni h_m , m
5. Umumiy energiya yo'qotishini h_Σ , m

Qabul qilinsin: $g=9.81 \text{ m/s}^2$

Topshiriq variantlari jadvali

№	Inshoot turi	Uzunlik L, m	Eni b, m	Chuqurlik h, m	Diametr d, m	Tezlik v, m/s	Ishq. koeff. λ	Qarsh. ζ
1	Quvur	80	—	—	0.6	1.6	0.025	1.2
2	Quvur	100	—	—	0.7	1.8	0.026	1.3
3	Quvur	120	—	—	0.8	2.0	0.027	1.4
4	Quvur	150	—	—	0.9	2.2	0.028	1.5
5	Quvur	180	—	—	1.0	2.4	0.029	1.6
6	Galereya	60	2.0	1.0	—	1.4	0.030	1.0
7	Galereya	80	2.5	1.1	—	1.5	0.031	1.1
8	Galereya	100	3.0	1.2	—	1.6	0.032	1.2
9	Galereya	120	3.5	1.3	—	1.7	0.033	1.3
10	Galereya	150	4.0	1.4	—	1.8	0.034	1.4
11	Ko‘prik osti	50	3.0	1.2	—	1.9	0.035	1.5
12	Ko‘prik osti	60	3.5	1.3	—	2.0	0.036	1.6
13	Ko‘prik osti	70	4.0	1.4	—	2.1	0.037	1.7
14	Ko‘prik osti	80	4.5	1.5	—	2.2	0.038	1.8
15	Ko‘prik osti	100	5.0	1.6	—	2.3	0.039	1.9
16	Drenaj quvuri	90	—	—	0.5	1.5	0.026	1.2
17	Drenaj quvuri	110	—	—	0.6	1.7	0.027	1.3
18	Drenaj quvuri	130	—	—	0.7	1.9	0.028	1.4
19	Drenaj quvuri	160	—	—	0.8	2.1	0.029	1.5
20	Drenaj quvuri	200	—	—	0.9	2.3	0.030	1.6

5-Amaliy mashg'lot

Ventilyatorlarga oid hisoblar

Ishdan maqsad:

1. Ventilyatorlarga oid hisoblarni aniqlash bo'yicha nazariy bilimni mustahkamlash;

2. Ventilyatorlarga oid hisoblar

5.1. Ventilyatorlarga oid hisoblarni aniqlash bo'yicha nazariy bilimni mustahkamlash.

Ventilyatsiya tizimiga quyidagilar kiradi:

1. Ventilatorlar ventilyatsiya tizimlarida havoni harakatga keltirish uchun ishlatiladi. Ular ikki turga bo'linadi: radial, ya'ni markazdan qochirma va o'qli ventilatorlar.

2. O'rnatilishiga ko'ra tomga o'rnatilgan radial va o'qli ventilatorlar ham bo'ladi.

Radial ventilatorlar yuqori bosim hosil qiladilar, o'qligi esa kam bosim, ammo ko'p havosini sarfini ta'minlaydi. Shu sababli radial ventilatorlar uchun tarmoqli havo quvurlari bor bo'lgan tizimlarda ishlatiladi, o'qligi esa kichik yoki umuman quvursiz ishlatiladi, masalan tomda, devorlarda to'g'ridan-to'g'ri havoni xonadan tashqariga chiqarish uchun.

1. Ventilatorlar ventilyatsiya tizimlarida havoni harakatga keltirish uchun ishlatiladi. Ular ikki turga bo'linadi: radial, ya'ni markazdan qochirma ventilatorlar va o'qli.

2. O'rnatilishiga ko'ra tomga o'rnatilgan radial va o'qli ventilatorlar ham bo'ladi.

Radial ventilatorlar yuqori bosim hosil qiladilar, o'qligi esa kam bosim, ammo ko'p havosini sarfini ta'minlaydi. Shu sababli radial ventilatorlar uchun tarmoqli havo quvurlari bor bo'lgan tizimlarda ishlatiladi, o'qligi esa kalta yoki umuman quvursiz ishlatiladi, masalan tomda, devorlarda to'g'ridan-to'g'ri havoni xonadan tashqariga chiqarish uchun.

Radial ventilatorlar chap va o'ng bo'lishi ehtimol. Agar ventilator g'ildiragi harakatga keltirish tomonidan qaralganda soat strelkasi bo'ylab harakat qilsa o'ng ventilator bo'ladi, aks holda chap hisoblanadi. Havoning chiqish teshigi har xil joylanishi ehtimol.

Hosil qiladigan bosim bo'yicha ular 3turga bo'linadi:

- 1) past bosimli-1000 Pa –gacha;
- 2) o'rtacha bosimli- $1000 \leq R \leq 3000$ Pa – gacha;
- 3) yuqori bosimli- $3000 \leq 15000$ Pa;

5.2. Ventilyatorlarga oid hisoblar

Texnik parametrlariga va qo'llash sohasiga qarab ventilyatorlar ko'p qo'llaniladi.

Bulardan quyidagilar:

1. Unumdorlik - Q, Ventilyatorlarda unumdorlik 1 dan 1 000 000 m³/s oralig'ida bo'lishi mumkin va u quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$Q = V/t \text{ [m}^3/\text{s]}$$

Bu yerda:

V – muhit oqimining hajmi (m³),

t – vaqt,

2. Ventilyator nabori bosim birliklarida ifodalanadi. Ventilyatorning to'liq bosimi statik va dinamik bosimlar yig'indisidan iborat.

$$R_p = R_{st} + R_{din}$$

Bu yerda:

R_p – to'liq bosim (Pa),

R_{st} – statik bosim (Pa),

R_{din} – dinamik bosim ($R_{din} = \rho\omega^2/2$) (Pa),

ω – muhitning o'rtacha tezligi (m/s),

ρ – muhitning zichligi (kg/m³).

3. Ventilyatorning quvvati quyidagi formula orqali topiladi.

$$N = (Q \cdot P) / (1000 \cdot \eta) \text{ [kVt]}$$

Bu yerda:

Q – ventilyator unumdorligi (m^3/s),

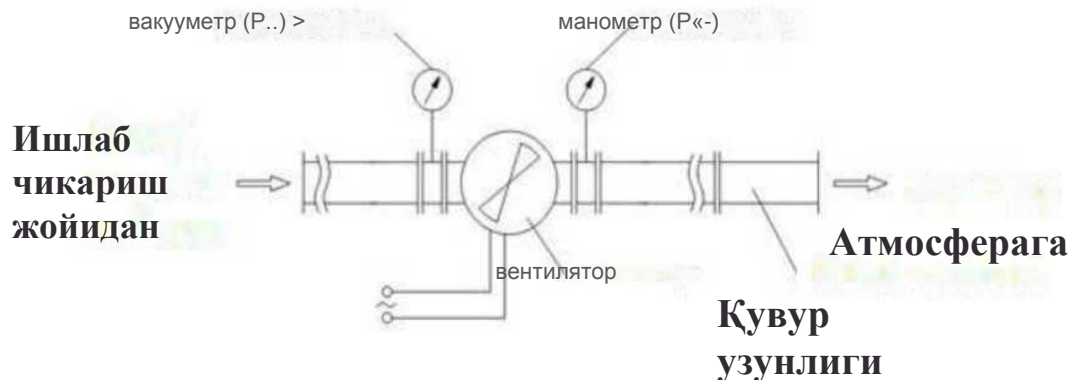
R – ventilyator hosil qilgan bosim (Pa),

η – ventilyator FIKi.

4. Yuqorida ko‘rsatilgan parametrlar, ularning gabarit o‘lchamlari, ishlayotgan vaqtidagi shovqinliligi, korroziyaga chidamliligiga ventilyatorlarni tanlashda muhim rol o‘ynaydi.

Ventilyatorlarni tanlashda, hisoblashda misol va masalalar.

Maksimal bosimi 70 Pa gacha bo‘lgan ventilyator mavjud va u ishlab chiqarish joyi havosini almashtirda ishlatilyapti. Havo almashtirish diametri o‘zgarmas quvurda amalga oshirilib har bir metrda ishqalanish qarshiligi 7 Pa gacha boradi. Ventilyator so‘rish quvuriga o‘rnatilgan bo‘lib so‘rish patrubkasida o‘lchash vaqtida siyraklanish - 32 Pa va ventilyatordagi chiqish patrubkasida ortiqcha bosim 24 Pa ni tashkil etdi Bunda quvurdagi havo tezligi ω 3 m/s teng bo‘lib chiqdi. Havo zichligini ρ ni $1,2 \text{ kg/m}^3$ ga teng deb qabul qilinsin. Uzatish quvurining maksimal uzaytirish uzunligi topilsin.



5.1-rasm. *Ventilyator umumiy ko‘rinishi*

Yechish:

Birinchidan necha metrgacha quvur bo‘lishini hisoblaymiz. Ventilyator bosimini hisoblash formulasini qaraymiz.

$$P = (P_{nv} + (\omega_n^2 \rho)/2) - (P_{vv} + (\omega_v^2 \rho)/2)$$

Bu yerda: ω_n i ω_v - so‘rish va chiqish quvuri patrubkalaridagi havo tezliklari. Quvur diametri bir xil bo‘lgani uchun $\omega_n = \omega_v$ deb olish mumkin, unda formula quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi.

$$P = P_{nv} - P_{vv} = 24 - (-32) = 56 \text{ Pa}$$

Yuqoridagi sharoitda ishlaydigan ventilyatorning zahira bosimi quyidagicha bo'ladi. $70 - 56 = 14 \text{ Pa}$.

Uzatish quvuri qanchalik uzaysa undagi qarishiliklar ham ventilyator nabori ham ortadi. Bundan kelib chiqib ventilyator maksimal quvur ortishidagi napor chegarasini aniqlab olamiz.

$$14/7 = 2 \text{ m}$$

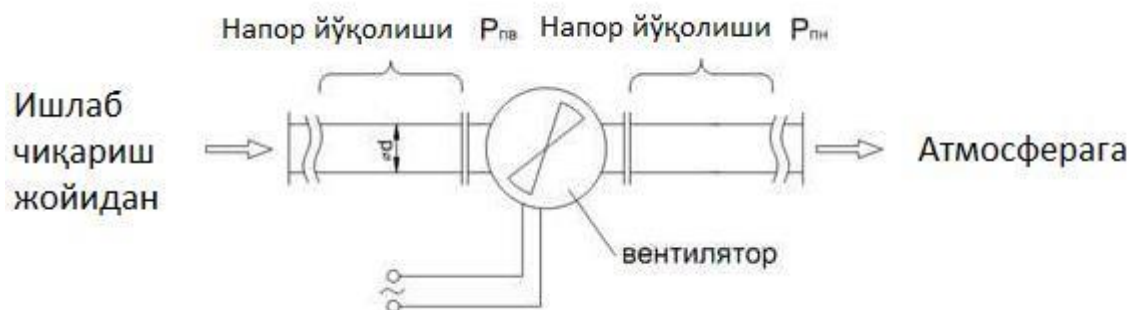
Bundan kelib chiqadiki quvur uzunligini 2m dan ortmasligi kerak ekan.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P_{max}, Pa	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
P_{nv}, Pa	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Ventilyatorning unumdorligi va bosimini



5.2-rasm. Ventilyator bosimi yo'qotilishi

Sharti:

Ishlab chiqarish joyidan atmosfera bosimi $P_1 = 0,1 \text{ mPa}$ ostida diametri $d = 500 \text{ mm}$ li quvur yordamida havoni $P_2 = 0,1 \text{ mPa}$ bosim ostida atmosferaga chiqarilib yuborilyapti. Ventilyator unumdorligi $Q = 2000 \text{ m}^3/\text{soat}$, $N = 1,1 \text{ kVt}$ quvvat sarflaydi, valning aylanishlar chastotasi $n = 1000 \text{ ayl/min}$ ga teng. O'lchashlar shuni ko'rsatdiki so'rish quvuridagi siyraklanish $P_{pv} = 60 \text{ Pa}$ ni uzatish quvurida esa $P_{pn} = 80 \text{ Pa}$ ni tashkil etdi. Hisoblash vaqtida havo zichligi $\rho = 1,2$

kg/m³ deb qabul qilinsin.

Yuqoridagilarni inobatga olib ventilyator hosil qilgan bosim hisoblansin va ventilyator validagi aylanishlar sonini $n_n = 1200$ ayl/min gacha oshirganda quvvati va unumdorligi qanchaga o'zgarishi hisoblansin.

Hisoblash:

Quvurning ko'ndalang kesim yuzasi quyidagicha bo'ladi.

$$F = (\pi d^2) / 4 = (3,140,5^2) / 4 = 0,2 \text{ m}^2$$

Ventilyator bosimini hisoblash uchun quvurdagi havo tezligini topish kerak bo'ladi. So'rish va uzatish quvurlarining diametri bir xil bo'lgani uchun ularning tezliklari ham bir xil bo'ladi.

Unumdorlikni hisoblash formulasi orqali havo tezligini topamiz.

$$Q = F\omega$$

U yerdan:

$$\omega = Q / F = 2000 / (3600 \cdot 0,2) = 2,8 \text{ m/s}$$

Shundan so'ng ventilyator bosimini topamiz.

$$P = (P_2 - P_1) + (P_{pv} + P_{pn}) + (\omega^2 \rho) / 2 = (10^5 - 10^5) + (60 + 80) + (2,8^2 \cdot 1,2) / 2 = 145 \text{ Pa}$$

Aylanishlar soni o'zgarganda unumdorlikni quyidagicha hisoblaymiz.

$$Q_n Q = n_n / n$$

Bu $Q_n = Q - n_n / n = 2000 - 1200 / 1000 = 2400 \text{ m}^3/\text{chas}$

Aylanishlar soni o'zgarganda quvvatni quyidagicha hisoblaymiz.

Bu $N_n / N = (n_n / n)^3$

yerdan: $N_n = N - (n_n / n)^3 = 1,1 - (1200 / 1000)^3 = 1,9 \text{ kVt}$

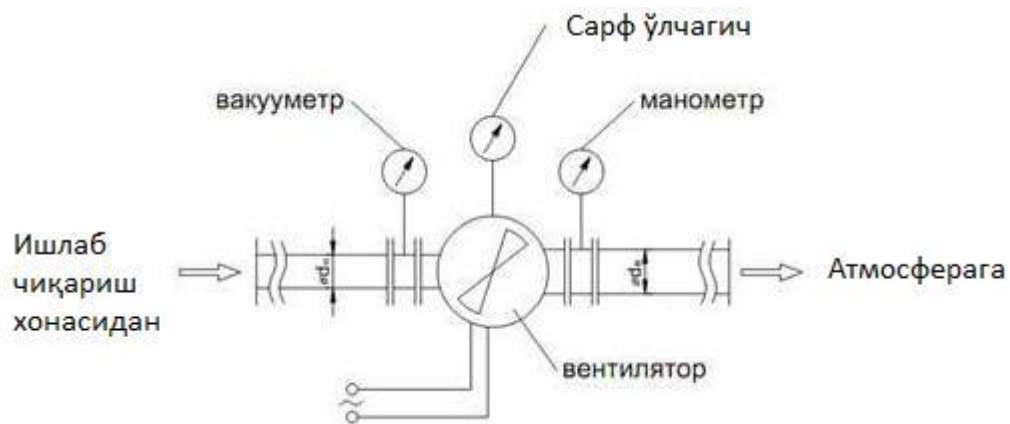
Xulosa qilib aylanishlar soni $n_n = 1200$ ayl/min bo'lganda ventilyator bosimi 145 Pa, unumdorlik 2400 m³/soat va quvvat 1,9 kVt bo'lar ekan.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Var.№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$Q, \text{m}^3/\text{s}$	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
$N_n, \text{ay/m}$	1210	1220	1230	1240	1250	1260	1270	1280	1290	1300	1310	1320	1330	1340	1350

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Ventilyator FIKini hisoblash



5.3-rasm. Ventilyator FIKini hisoblash

Sharti:

Ishlab chiqarish joyidan atmosferaga soʻrish quvuri diametri $d_v = 200$ mm li va haydash quvuri diametri $d_n = 240$ mm dan havo chiqarilib tashlanyapti. Ventilyatorda oʻrnatilgan nazorat oʻlchov asboblari koʻsatkichlari mavjud. Vakuometr kursatkichi $P_{vv} = 200$ Pa, manometr koʻrsatkichi $P_{nv} = 320$ Pa sarf oʻlchagichni koʻrsatkichi $Q = 500$ m³/soat ligi aniqlandi. Ventilyator ishlagan vaqtida talab qilinadigan quvvat $N = 0,08$ kVt, valning aylanishlar chastotasi $n = 1000$ ayl/min va havo zichligi $\rho = 1,2$ kg/m³ deb olinsin. Yuqoridagilarni inobatga olib ventilyator hosil qiladigan bosim hamda FIKi hisoblansin.

Hisoblash:

Birlamchi soʻrish va haydash quvuridagi havo tezliklarini aniqlaymiz. Buning uchun unumdorlik formulasidan havo tezligi u ni topamiz.

$$Q = F\omega$$

Bu yerda $f = (n^2 d^2)/4$ - quvurning koʻndalang kesim yuzasi. Unda formulami quyidagi koʻrinishga ega boʻladi.

$$\omega = Q/f = (Q'4)/(\pi d^2)$$

$$\omega_v = Q/f = (Q'4)/(\pi d_v^2) = (500'4)/(3600'3,14'0,2^2) = 4,4 \text{ m/s}$$

$$\omega_n = Q/f = (Q \cdot 4)/(\pi d_n^2) = (500 \cdot 4)/(3600 \cdot 3,14 \cdot 0,24^2) = 3,1 \text{ m/s}$$

Shundan so'ng ventilyator bosimini hisoblab topishimiz mumkin.

$$P = (P_{nv} + (\omega_n^2 \cdot p)/2) - (P_{vv} + (\omega_v^2 \cdot p)/2) = (320 + (3,1^2 \cdot 1,2)/2) - (-200 + (4,4^2 \cdot 1,2)/2) = 514 \text{ Pa}$$

Ventilyator quvvatini topish formulasidan FIK ni aniqlab olamiz.

$$N = (Q \cdot P)/(1000 \cdot \eta)$$

$$\eta = (Q \cdot P)/(1000 \cdot N) = (500 \cdot 514)/(3600 \cdot 1000 \cdot 0,08) = 0,9$$

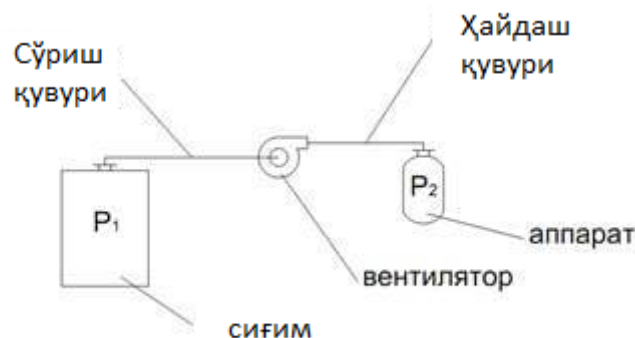
Demak ventilyatorning FIKi 0,9 ga va nabori 514 Pa ga teng ekan.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Var.No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$Q, m^3/s$	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515
$N_n, ay/m$	1010	1020	1030	1040	1050	1060	1070	1080	1090	1100	1110	1120	1130	1140	1150

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Ventilyator bosimining hisoblash.



5.4-rasm. Ventilyator bosimini hisoblash

FIKini hisoblash

Sharti:

Bosimi $P_1 = 540 \text{ Pa}$ ga teng bo'lgan sig'imda azot saqlanmoqda. So'rish va haydash quvurlari hamda ventilyator yordamida sig'imdan apparatga $P_2 = 1000 \text{ Pa}$ bosim bilan uzatilyapti. Bunda so'rishdagi va haydashdagi bosim yo'qotilishlar $P_{pv} = 120 \text{ Pa}$ xamda $P_{pn} = 270 \text{ Pa}$ ni tashkil etadi. Haydash quvuridagi gazning tezligi $\omega = 10 \text{ m/s}$ gacha yetadi. Hisoblashlarda azotning zichligi $\rho = 1,17 \text{ kg/m}^3$ deb qabul qilinsin. Ventilyator hosil qilgan bosim topilsin.

Hisoblash:

Soʻrish va haydash nuqtalaridagi bosimlar farqi ΔP quyidagicha boʻladi.

$$P = P_2 - P_1 = 1000 - 540 = 460 \text{ Pa}$$

Soʻrish va haydash quvurlaridagi bosimning yoʻqotilishi P_{pob} quyidagicha topildi.

$$P_{pob} = P_{pv} + P_{pn} = 120 + 270 = 390 \text{ Pa}$$

Tezlikli bosim P_c quyidagi formula orqali topish mumkin.

$$P_s = (\omega^2 \rho)/2 = (10^2 \cdot 1,17)/2 = 59 \text{ Pa}$$

Topilgan parametrlarni bilgan holda ventilyator hosil qilgan bosim P quyidagi formula orqali topiladi.

$$P = \Delta P + P_{pob} + P_c = 460 + 390 + 59 = 909 \text{ Pa}$$

Demak ventilyator hosil qilgan bosim 909 Pa ga teng ekan.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Var.№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$P_1 \text{ Pa}$	545	550	555	560	565	570	575	580	585	590	595	600	605	610	615
$P_2 \text{ Pa}$	1010	1020	1030	1040	1050	1060	1070	1080	1090	1100	1110	1120	1130	1140	1150

Qolgan maʼlumotlarni masala shartidan olinsin.

6-Amaliy mashg'lot

Hajmiy nasoslar hisoblari

Ishdan maqsad:

1. Hajmiy nasoslar hisoblarini aniqlash bo'yicha nazariy bilimni mustahkamlash;
2. Hajmiy nasoslar hisoblari

1. Hajmiy nasoslar hisoblarini aniqlash bo'yicha nazariy bilimni mustahkamlash. Nasoslarni tanlashning asosiy prinsiplari

Nasoslarni tanlash masuliyatli jarayon, bu esa texnologik qurilmalarni loyihalashda uning parametrlariga bog'liq bo'ladi. Ularni tanlashda uch guruhdagi mezonlarga asoslanadi.

- 1) Konstruktiv va texnologik talablar
- 2) Uzatish muhitining xarakteriga qarab
- 3) Asosiy parametrlarning hisobiga qarab

Konstruktiv va texnologik talablar: Ba'zan nasoslarni tanlashda texnologik va konstruktiv talablarga qat'iy rioya etiladi. Markazdan qochma nasoslar porshenli nasoslarga qaraganda uzatilishi kerak bo'lgan muhitni bir me'yorda uzatadi. Porshenli nasoslarda esa bu ishni amalga oshirishda qiyinchilik tug'diradi.

Uzatish muhitining xarakteriga qarab: Muhitning xarakteri nasoslarni tanlashda asosiy omil hisoblanadi. Suyuqliklar har xil bo'lganligi sababli, ularning qovushqoqligi, zaharliligi va boshqa parametrlariga qarab ular tanlanadi hamda ishlatiladi.

Asosiy parametrlarning hisobiga qarab: Ishlatilish sohasiga va texnologik parametrlar hisobiga qarab bir necha xil nasoslar tanlanishi mumkin. Bu parametrlar unumdorlik, napor va talab qiladigan quvvati aniq qiymatlarda hisoblanib tanlanadi. Quyidagi jadvalda ko'p qo'llaniladigan nasoslarning tanlanish chegarasi bo'yicha berilgan.

Napor berishiga qarab nasoslarni qo'llanish sohasi va tanlanishi

10 m, gacha	10 dan 100 m,	100 dan 1000	1000	dan	10000
-------------	---------------	--------------	------	-----	-------

	gacha	m,gacha	10000 m,gacha	m,dan ortiq
Bir bosqichli markazdan qochma				
		Ko'p bosqichli markazdan qochma		
O'qli (napori 20 dan-30 m,gacha)				
	Porshneli			
	Vintli			
			Plunjerli	
Uyurmali				

Unumdorlik bo'yicha nasoslarning tanlanishi yuqorida ko'rsatilgan uchta mezonlar buyicha talablarga mos keladigan nasoslar tanlansa, kafolatli, ishonchli va uzoq vaqt davomida nasoslar ishlatiladi.

Turli xil nasoslarning unumdorligini hisoblash

Turli xil nasoslarni asosan ikki guruhga ajratish mumkin va ularning unumdorligini prinsip jihatdan farq qiladi. Ishlash prinsipiga ko'ra nasoslar dinamik va hajmiy nasoslarga bo'linadi.

Dinamik nasoslarga quyidagilar kiradi:

- 1) Ishqalanish nasoslari (uyurmali, diskli, oqimchali va h.k.z.)
- 2) Qanotli (o'qli, markazdan qochma)
- 3) Elektromagnitli

Hajmiy nasoslarga quyidagilar kiradi:

- 1) Ilgarilanma -qaytma (porshenli i plunjerli, diafragmali)
- 2) Rotorli

Porshenli nasoslar

Oddiy bir bosqichli porshenli nasosning unumdorligi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$Q = F \cdot S \cdot n \cdot \eta_V \quad (6.1)$$

Q – unumdorlik (m^3/s),

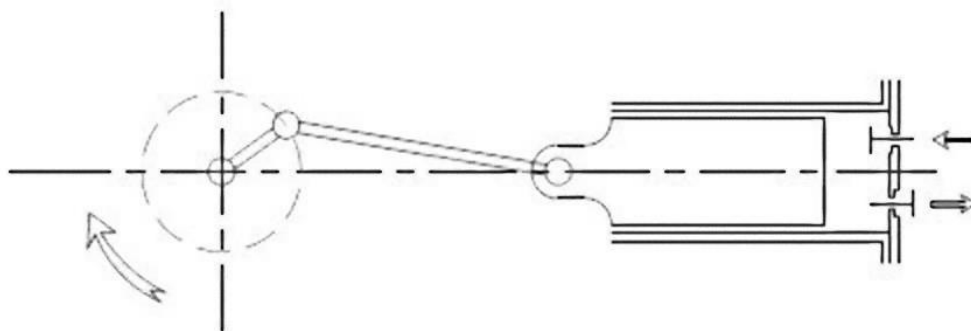
F – porshenning ko‘ndalang kesim yuzasi (m^2),

S – porshen harakat yo‘lining uzunligi (m),

n – valning aylanish chastotasi (sek^{-1}),

η_V – hajmiy FIK.

10 m, gacha	10 dan 100 m, gacha	100 dan 1000 m, gacha	1000 dan 10000 m, gacha	10000 m, dan ortiq
Bir bosqichli markazdan qochma				
		Ko‘p bosqichli markazdan qochma		
		O‘qli		
Porshneli				
Vintli				
Plunjerli				
Uyurmali				



6.1-rasm. Porshenli nasosining ishlash prinsipi

Ikki bosqichli porshenli nasosning unumdorligi bir oz boshqacharoq bo‘ladi va u quyidagi ko‘rinishga ega.

$$Q = F \cdot S \cdot n + (F-f) \cdot S \cdot n = (2F-f) \cdot S \cdot n \quad (2)$$

Q – unumdorlik (m^3/s),

F – porshenning ko‘ndalang kesim yuzasi (m^2),

f – shtokning ko‘ndalang kesim yuzasi (m^2),

S – porshen harakat yo‘lining uzunligi (m),

n – valning aylanish chastotasi (sek^{-1}),

η_V – hajmiy FIK

Agarda shtokning hajmini hisobga olmasak unda formula quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$Q = N \cdot F \cdot S \cdot n \cdot \eta_V \quad (3)$$

Bu yerda

N – nasos valining bir marta aylanganidagi harakatlar soni

2. Hajmiy nasoslar hisoblari. Nasos uchun talab qilinadigan quvvatini hisobi.

Nasos uchun talab qilinadigan quvvatini hisoblashda bir necha FIK larni hisobga olib bir necha quvvatlar hisoblanadi. Foydali quvvat quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$N_P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

N_P – foydali quvvat (V_t),

ρ – suyuqlik zichligi (kg/m^3),

g – erkin tushish tezlanishi (m/s^2),

Q – unumdorlik (m^3/s),

H – umumiy napor (m).

Valdagi quvvat quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$N_V = N_P / \eta_N$$

N_V – nasos validagi quvvat (V_t),

N_P – foydali quvvat (V_t),

η_N – nasosning FIKi.

Elektrodrigatel talab qiladigan quvvatning hisobi quyidagicha topiladi:

$$N_D = N_V / (\eta_P \cdot \eta_D)$$

N_D – elektrodvigatel talab qiladigan quvvat (Vt),

N_V – valdagi quvvat (Vt),

η_P – uzatmaning FIKi,

η_N – elektrodvigatelning FIKi.

Zahira koeffisienti bilan hisoblaganda esa umumiy quvvat quyidagicha hisoblanadi.

$$N_U = \beta \cdot N_D$$

N_U – elektrodvigatel talab qiladigan umumiy quvvat (Vt),

N_D – elektrodvigatel talab qiladigan quvvat (Vt),

β – quvvat uchun zahira koeffisienti.

Zahira koeffisienti quyidagi jadvaldan olish mumkin.

N, kVt	1dan kam	1 dan 5 gacha	5 dan 50 gacha	50 dan yuqori
β	2 – 1,5	1,5 – 1,2	1,2 – 1,15	1,1

Nasosning so‘rish balandligi (markazdan qochma nasoslar uchun) Geometrik so‘rish balandligi quyidagi formula orqali topish mumkin:

$$h_g = (P_0 - P_1) / (\rho \cdot g) - h_{sv} - w^2 / (2 \cdot g) - \sigma \cdot H$$

h_g – geometrik so‘rish balandligi (m),

P_0 – so‘rish sig‘imidagi bosim (Pa),

P_1 – ishchi g‘ildirak qanotlaridagi bosim (Pa),

ρ – suyuqlik zichligi (kg/m^3),

g – erkin tushish tezlanishi (m/s^2),

h_{sv} – so‘rish quvuridagi gidravlik qarshiliklarni yengish uchun sarflangan napor (m),

$w^2 / (2 \cdot g)$ – so‘rish quvuridagi tezlikli napor (m),

$\sigma \cdot H$ – qo‘shimcha qarshiliklarni yengish uchun sarflangan napor, naporga proporsional (m),

bu yerda: σ – kavitatsiya koeffisienti, H – nasos nabori (m).

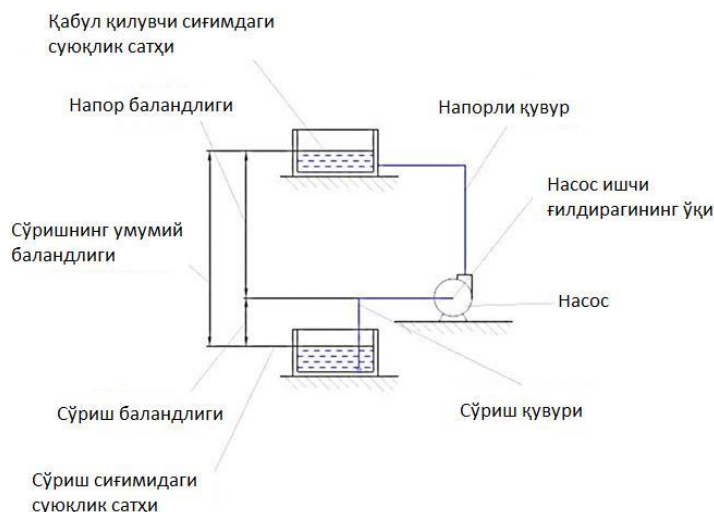
Kavitatsiya koeffisienti quyidagi empirik formula orqali hisoblash mumkin: σ

$$= [(n\sqrt{Q})/(126H^{4/3})]^{4/3}$$

n – ishchi g'ildirakning aylanishlar chastotasi (sek^{-1}),

Q – nasosning unumdorligi (m^3/s),

N – napor (m).



6.2-rasm. Hajmiy nasosining ishlash prinsipi

Zahira naporni markazdan qochma nasoslar uchun naporni hisoblash quyidagi empirik formula orqali topiladi.

Qavitatsiyani hisobga olmagan holda:

$$H_{kv} = 0,3 \cdot (Q \cdot n^2)^{2/3}$$

H_{kv} – napor zahirasi (m),

Q – markazdan qochma nasosning unumdorligi (m^3/s),

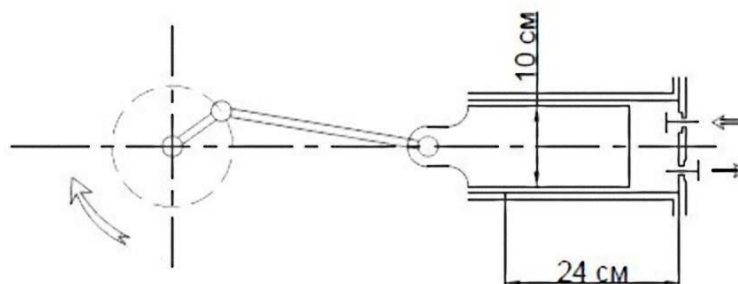
n – ishchi g'ildirakning aylanishlar chastotasi (s^{-1}).

Nasoslarni tanlashda va hisoblashda misol va masalalar.

1-misol

Bir pog'onali plunjerli nasosning unumdorligi 1 m^3/soat .

Plunjerning diametri 10 sm, plunjer harakati uzunligi – 24 sm. Ishchi valning aylanishlar chastotasi 40 ayl/min berilgan bo'lsin. Nasosning hajmiy FIKini toping.



6.3-rasm. Porshenli nasosini tanlash

Hisoblash:

Plunjerning ko'ndalang kesim yuzasi:

$$F = (\pi \cdot d^2)/4 = (3,14 \cdot 0,1^2)/4 = 0,00785 \text{ m}^2$$

Plunjerli nasos uchun hajmiy FIKi quyidagi formula orqali hisoblaymiz.

$$\eta_v = Q/(F \cdot S \cdot n) = 1/(0,00785 \cdot 0,24 \cdot 40) 60/3600 = 0,88$$

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

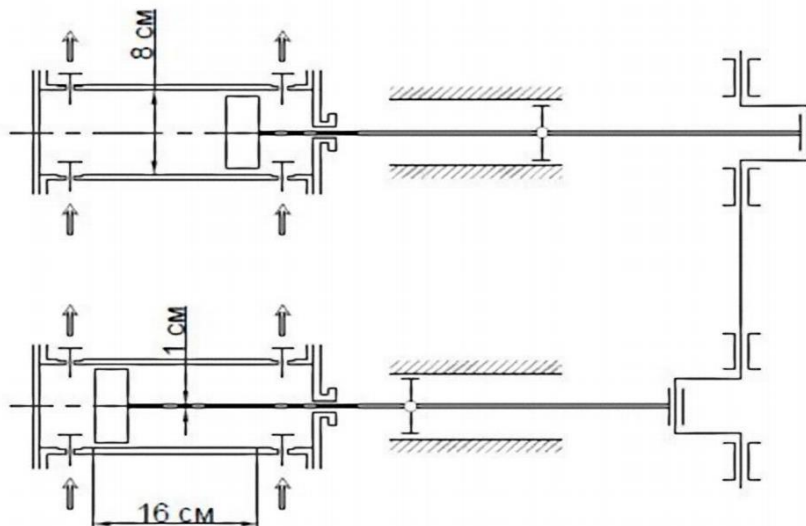
Var.№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$Q, \text{m}^3/\text{s}$	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
d, m	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

2-misol

Zichligi 920 kg/m^3 bo'lgan moyni uzatishda ikki tomonlama harakat qiladigan ikki porshenli nasos 160 m napor hosil qiladi. Porshen diametri 8 sm, shtok diametri 1 sm, porshen yo'l harakati uzunligi 16 sm. Ishchi valning aylanishlar chastotasi 85 ayl/min bo'lganda nasos uchun elektrodvigatel quvvati hisoblansin.

(Nasosning va elektrodvigatelning FIKi 0,95, zahira koeffisienti 1,1 deb qabul qilinsin).



6.4-rasm. Porshenli nasosining joslashuv o'lchamlari

Hisoblash:

Porshen va shtokning ko'ndalang kesim yuzasini hisoblaymiz:

$$F = (3,14 \cdot 0,08^2)/4 = 0,005024 \text{ m}^2 \quad F = (3,14 \cdot 0,01^2)/4 = 0,0000785 \text{ m}^2$$

Nasosning unumdorligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Q=N(2F-f)S \quad n=2 \cdot (2 \cdot 0,005024 - 0,0000785) 0,16 \cdot 85/60 = 0,0045195 \text{ m}^3/\text{soat}$$

Keyin esa nasosning foydali quvvati aniqlanadi:

$$N_p = 920 \cdot 9,81 \cdot 0,0045195 \cdot 160 = 6526,3 \text{ Vt}$$

Nasosning va elektrodvigatelning FIKlari, zahira koeffisientini hisobga olib nasos uchun zarur bo'lgan elektrodvigatel quvvati topiladi:

$$N_{UST} = 6526,3/(0,95 \cdot 0,95) \cdot 1,1 = 7954,5 \text{ Vt} = 7,95 \text{ kVt}$$

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Var.№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$n, ay/m$	60	62	64	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90
d, m	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

7-Amaliy mashg'lot

Vintli nasoslar

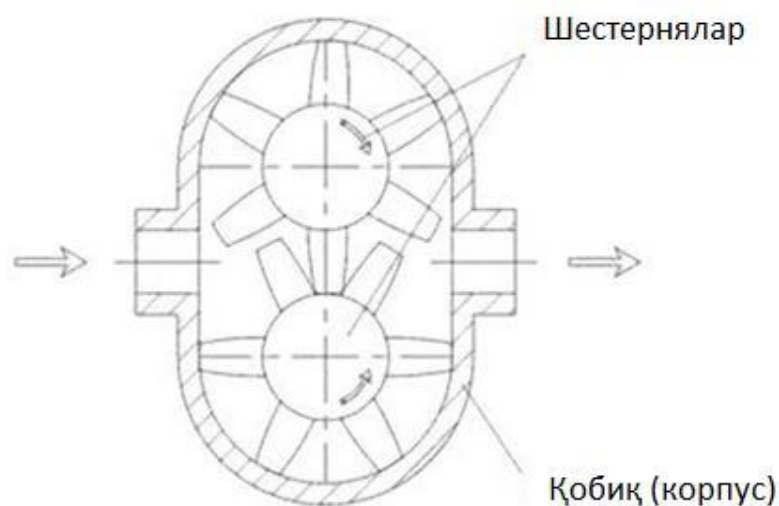
Ishdan maqsad:

1. Vintli nasoslar hisoblarini aniqlash bo'yicha nazariy bilimni mustahkamlash;

2. Vintli nasoslar hisoblari

1. Vintli nasoslar hisoblarini aniqlash bo'yicha nazariy bilimni mustahkamlash;

Shesternyali nasoslar



7.1-rasm. Shesternyali nasosining ishlash prinsipi

Shesternyali nasosning unumdorligini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$Q = 2 \cdot f \cdot z \cdot n \cdot b \cdot \eta_v \quad (4)$$

Q – shesternyali nasosning unumdorligi (m^3/s),

f – shesternyaning qo'shni tishlari bo'shlig'ining ko'ndalang kesim yuzasi (m^2),

z – shesternya tishlarining soni,

b – shesternya tishining uzunligi, (m),

n – tishning aylanish chastotasi (sek^{-1}),

η_V – hajmiy FIK

Bundan tashqari shesternyali (tishli) nasosning muqobil unumdorlikni hisoblash formulasi mavjud.

$$Q = 2 \cdot \pi \cdot D_N \cdot m \cdot b \cdot n \cdot \eta_V \quad (5)$$

Q – shesternyali nasosning unumdorligi (m^3/s),

D_N – shesternyaning boshlang'ich diametri (m),

m – shesternyaning moduli (m),

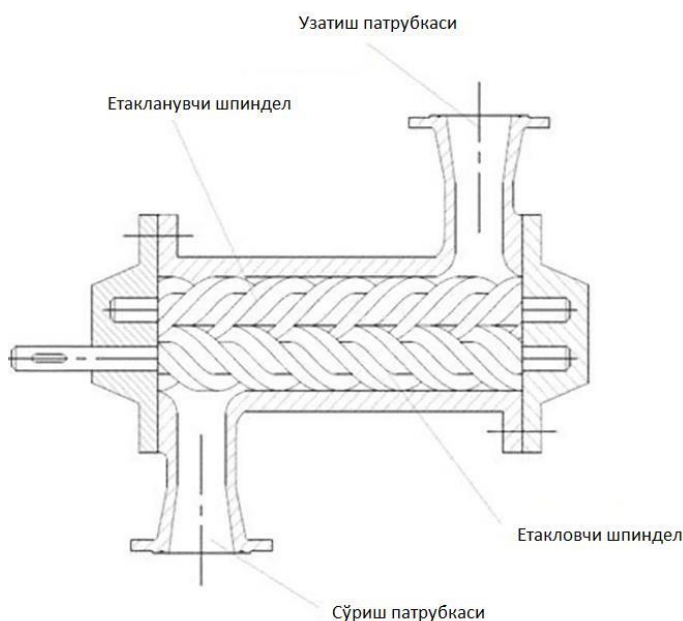
b – shesternyaning kengligi (m),

n – shesternyaning aylanishlar chastotasi (sek^{-1}),

η_V – hajmiy FIK.

Vintli nasoslar

Bu tipdagi nasoslar qovushqoqligi yuqori bo'lgan suyuqliklarni vintlarning harakati orqali amalga oshiriladi, agarda vintlar bir nechta bo'lsa ularning ilashishiga bog'liq bo'ladi.



7.2-rasm. Vintli nasosining ishlash prinsipi

Vintli nasosning unumdorligi quyidagi formula orqali hisoblash mumkin.

$$Q = 4 \cdot e \cdot D \cdot T \cdot n \cdot \eta_V \quad (6)$$

Q – vintli nasosning unumdorligi (m^3/s),

e – ekssentrikligi (m),
 D – vint rotorining diametri (m),
 T – vint yuzasining qadami (m),
 n – rotorning aylanishlar chastotasi (sek^{-1}),
 η_v – hajmiy FIK

2. Vintli nasoslar hisoblari

Nasos uchun talab qilinadigan quvvatini hisobi.

Nasos uchun talab qilinadigan quvvatini hisoblashda bir necha FIK larni hisobga olib bir necha quvvatlar hisoblanadi. Foydali quvvat quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$N_p = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

N_p – foydali quvvat (V_t),
 ρ – suyuqlik zichligi (kg/m^3),
 g – erkin tushish tezlanishi (m/s^2),
 Q – unumdorlik (m^3/s),
 H – umumiy napor (m).

Valdagi quvvat quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$N_v = N_p / \eta_N$$

N_v – nasos validagi quvvat (V_t),
 N_p – foydali quvvat (V_t),
 η_N – nasosning FIKi.

Elektrodvigatel talab qiladigan quvvatning hisobi quyidagicha topiladi:

$$N_D = N_v / (\eta_p \cdot \eta_D)$$

N_D – elektrodvigatel talab qiladigan quvvat (V_t),
 N_v – valdagi quvvat (V_t),
 η_p – uzatmaning FIKi,
 η_N – elektrodvigatelning FIKi.

Zahira koeffisienti bilan hisoblaganda esa umumiy quvvat quyidagicha hisoblanadi.

$$N_U = \beta \cdot N_D$$

N_U – elektrodvigatel talab qiladigan umumiy quvvat (Vt),

N_D – elektrodvigatel talab qiladigan quvvat (Vt),

β – quvvat uchun zahira koeffisienti.

Zahira koeffisienti quyidagi jadvaldan olish mumkin.

N, kVt	1dan kam	1 dan 5 gacha	5 dan 50 gacha	50 dan yuqori
β	2 – 1,5	1,5 – 1,2	1,2 – 1,15	1,1

Nasosning so‘rish balandligi (markazdan qochma nasoslar uchun) Geometrik so‘rish balandligi quyidagi formula orqali topish mumkin:

$$h_g = (P_0 - P_1) / (\rho \cdot g) - h_{sv} - w^2 / (2 \cdot g) - \sigma \cdot H$$

h_g – geometrik so‘rish balandligi (m),

P_0 – so‘rish sig‘imidagi bosim (Pa),

P_1 – ishchi g‘ildirak qanotlaridagi bosim (Pa),

ρ – suyuqlik zichligi (kg/m^3),

g – erkin tushish tezlanishi (m/s^2),

h_{sv} – so‘rish quvuridagi gidravlik qarshiliklarni yengish uchun sarflangan napor (m),

$w^2 / (2 \cdot g)$ – so‘rish quvuridagi tezlikli napor (m),

$\sigma \cdot H$ – qo‘shimcha qarshiliklarni yengish uchun sarflangan napor, naporga proporsional (m),

bu yerda: σ – kavitatsiya koeffisienti, H – nasos nabori (m).

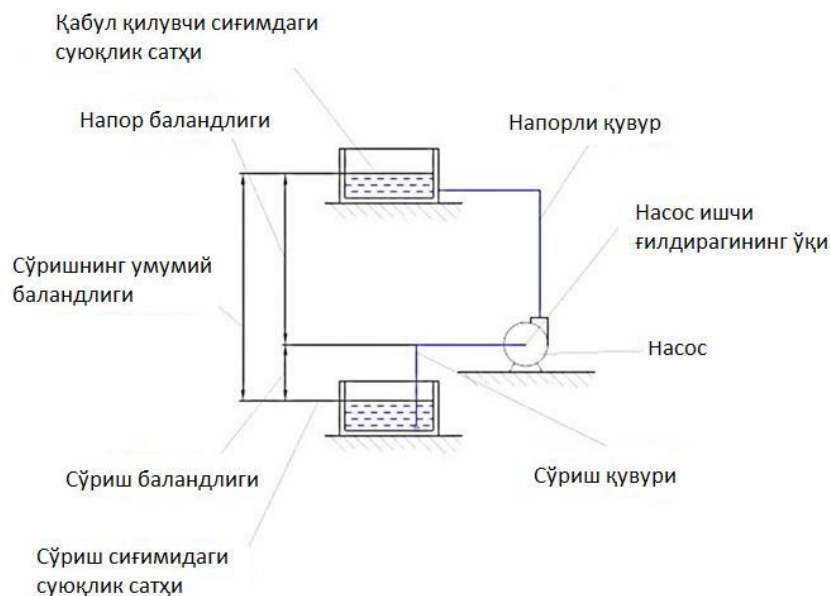
Kavitatsiya koeffisienti quyidagi emperik formula orqali hioblash mumkin: σ

$$= [(n\sqrt{Q}) / (126H^{4/3})]^{4/3}$$

n – ishchi g‘ildirakning aylanishlar chastotasi (sek^{-1}),

Q – nasosning unumdorligi (m^3/s),

N – napor (m).



7.3-rasm. Vintli nasosining quvvati hisobi

Zahira naporni markazdan qochma nasoslar uchun naporni hisoblash quyidagi emperik formula orqali topiladi.

Qavitatsiyani hisobga olmagan holda:

$$H_{kv} = 0,3 \cdot (Q \cdot n^2)^{2/3}$$

H_{kv} – napor zahirasi (m),

Q – markazdan qochma nasosning unumdorligi (m^3/s),

n – ishchi g'ildirakning aylanishlar chastotasi (s^{-1}).

1-misol.

Unumdorligi $2,2 \text{ m}^3/\text{soat}$ bo'lgan uch porshenli nasos ochiq sig'imdan zichligi 1080 kg/m^3 bo'lgan suyuqlikni idishga $1,6 \text{ bar}$ bosim bilan uzatyapti. Suyuqlikni uzatishda geometrik balandlik $3,2 \text{ m}$. Suyuqlikni uzatishda ketadigan foydali quvvat 4 kVt . Yuqoridagilarni inobatga olib napor yo'qolishi hisoblansin.

Hisoblash:

Foydali quvvat formulasidan nasos hosil qiladigan napor topilpdi:

$$H = N_p / (\rho \cdot g \cdot Q) = 4000 / (1080 \cdot 9,81 \cdot 2,2) \cdot 3600 = 617,8 \text{ m}$$

Topilgan qiymatni naporni hisoblash formulasiga qo'yib bosimlar farqi bilan napor yo'qolishini topamiz:

$$h_p = H - (p_2 - p_1) / (\rho \cdot g) - H_g = 617,8 - ((1,6 - 1) \cdot 10^5) / (1080 \cdot 9,81) - 3,2 = 69,6 \text{ m}$$

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Var.№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$Q, m^3/s$	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
H_g, m	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

2-misol

Vintli nasosning real unumdorligi $1,6 \text{ m}^3/\text{soat}$. Nasosning geometrik xarakteristikasi: eksentrikligi – 2 sm; rotor diametri – 7 sm; rotor yuzasidagi vint qadami – 14 sm. rotorning aylanishlar chastotasi 15 ayl/min. Nasosning hajmiy FIKini aniqlang.

Hisoblash:

Vintli nasosning unumdorligini hisoblash formulasidan kerakli qiymatni topishimiz mumkin:

$$\eta_v = Q / (4 \cdot e \cdot D \cdot T \cdot n) = 1,6 / (4 \cdot 0,02 \cdot 0,07 \cdot 0,14 \cdot 15) \cdot 60 / 3600 = 0,85$$

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Var.№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$Q, m^3/s$	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
$n, \text{ay/m}$	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. T. M. WALSKY, D.V. CHASE, D.A. SAVIC Water distribution modeling, 1st Edition, Heasted press, 2001.
2. S. Kavanaugh, K. Rafferty, Geothermal Heating and Cooling - Design of Ground-Source Heat Pump Systems, ASHRAE, Atlanta, 2014.
3. David W. Hahn, M. Necati Ozisik: Heat Conduction, 3rd edition, John Wiley & Sons, 2012.
4. M.M.Muxammadiyev, B.Xamdamov, D.A.Mamatkulov – Hidroenergetika izlanishlari, geodeziya [Matn]: Darslik. – T.: “O‘zbekiston xalqaro islom akademiyasi” nashriyot-matbaa birlashmasi, 2020. – 232 b. (*ARMda elektron nusxasi mavjud*).
5. Ртищева А. С. Теоретические основы гидравлики и теплотехники: Учебное пособие. – Ульяновск, УлГТУ, 2007. – 171 с. (*ARMda elektron nusxasi mavjud*).
6. Muxammadiyev M.M. Hidroenergetika (yo'nalishga kirish). Darslik. T.: ToshDTU, 2020, 207 bet. (*ARMda elektron nusxasi mavjud*).
7. Использование водной энергии: Учебник для вузов/ Под ред. Ю.С. Васильева. – СПб: Энергоатомиздат, 1995. (*ARMda elektron nusxasi mavjud*).
8. Непорожний П.С., Обрезков В.И. Гидроэлектроэнергетика: Учеб. пособие. –М.: Энергоиздат, 1982. (*ARMda elektron nusxasi mavjud*).
9. www.google.ru – xalqaro o'quv materiallarini qidiruv sayti
10. www.ziyonet.uz – milliy o'quv materiallarini qidiruv sayti

Mundarija

Kirish.....	3
1. To‘g‘onlarning chegaraviy holatlar bo‘yicha hisobi	4
2. Rostlovchi inshootlar gidravlik hisoblari	12
3. Tutashtiruvchi inshootlar gidravlik hisoblari	19
4. Suv o‘tkzuvchi inshootlar gidravlik hisoblari	26
5. Ventilyatorlarga oid hisoblar	29
6. Hajmiy nasoslar hisoblari	35
7. Vintli nasoslar	41
Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.....	46

ISSIQLIK TEXNIKASI VA GIDROENERGITIKA

(II-qism)

**60710400 – Energetika muhandisligi,
60710500 - Elektr muhandisligi yo‘nalishlari uchu amaliy
mashg’ulotlarni bajarish uslubiy qo‘llanmasi**

Muallif:

Nuriddinov Sardor Boboyarovich

Bosishga ruxsat etildi: 26.11.2025

Bichimi 60x84^{1/16}. Times New Roman garniturada raqamli
bosma usulida chop etildi. Shartli bosma tabog’i 4.25.

Adadi 15 nusxa. Buyurtma №33-01.

Tel: (99) 832-9-279; (99) 817-44-54

<<IMPRES MEDIYA>> MCHJ bosmaxonasida chop etildi

Manzil: Toshkent sh. Qushbegi ko‘chasi, 6-uy