

V BOB

I. SUYUQLIK OQIMINING NAPORLI QUVURLARDAGI BARQAROR HARAKATI

5.1. DASTLABKI TUSHUNCHALAR

Endi, biz, qo'zg'almas tsilindrik (aylana) shaklli kesimga ega quvurlar orqali har qanday suyuqlikning naporli, barqaror, turbulent tartibli harakati bilan tanishamiz (3.25-mavzu, 3.30-rasmdagi holat va 1^o banddagi shartlar bajarilgandagi oqim harakati). Quvurning ichki diametrini D , uzunligini l deb belgilab olamiz. Ko'rilayotgan oqimning gidravlik elementlari quyidagilardir:

$$\omega = \frac{\pi D^2}{4}; \quad \chi = \pi D; \quad R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{D}{4} \quad (5.1)$$

chunki,

$$R = \frac{\pi D^2}{4} : \pi D = \frac{D}{4}$$

Bundan keyin quyidagi asosiy tenglamalardan foydalanamiz:

- 1) uzluksizlik tenglamasi – sarf muvozanati tenglamasi;
- 2) Bernulli tenglamasi – solishtirma energiya muvozanati tenglamasi;
- 3) naporni aniqlash tenglamalari.

Shuni ta'kidlash kerakki, bundan buyon biz, asosan, kvadrat qarshiliklar sohasi mavjud bo'lgan oqimlarning quvurlardagi harakati bilan tanishamiz.

Kvadrat qarshiliklar sohasi va tekis o'zanlar sohasi uchun quvurlarni hisoblash faqat naporni aniqlashda Shezi formulasi o'rniga Darsi-Veysbax formulasidan foydalanish bilan farq qiladi.

5.2. NAPOR YO‘QOLISHINI ANIQLASHDA FOYDALANILADIGAN IFODALAR

Umuman, quvurlarning gidravlik hisobida ikki xil holatni hisobga olish kerak.

1-holat. Mahalliy yo‘qolishlar yo‘q yoki ularning kattaligi umumiy yo‘qolgan naporning 5 foizdan kam qismini tashkil etganligi uchun ularni hisobga olmaslik mumkin.

Bunday holatda, faqat, naporning uzunlik bo‘yicha yo‘qolishi mavjud bo‘lib, uni sarf moduli orqali ifodalash mumkin.

$$h_l = \frac{Q^2}{K^2} l \quad (5.2)$$

bunda,

$$J = \frac{Q^2}{K^2} \quad (5.3)$$

Bizga ma’lumki, naporning uzunlik bo‘yicha yo‘qolishi Darsi-Veysbax formulasiga asosan quyidagicha aniqlanadi:

$$h_l = \lambda \frac{l}{D} \frac{v^2}{2g}$$

bundan o‘rtacha qiymat tezligini aniqlasak, $D = 4R$

$$v^2 = \frac{h_l}{l} \frac{4R^2 g}{\lambda}$$

bunda

$$\frac{h_l}{l} = J$$

J – gidravlik qiyalik, demak,

$$v^2 = J \frac{2g4R}{\lambda}$$

yoki

$$v = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}} \sqrt{RJ}$$

$$C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}} \left(\frac{M^{0,5}}{\text{сек}} \right)$$

deb belgilanib, bu koeffitsient Shezi koeffitsienti deb atalishi bizga yuqoridagi mavzulardan ma'lum.

Aylanaquvurlar uchun sarf modulining kvadrati – K^2 kattaligini yozamiz:

$$K^2 = \omega^2 C^2 R = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right)^2 C^2 \frac{D}{4} = \frac{\pi^2 C^2}{64} D^5 \quad (5.4)$$

bunda C – Shezi koeffitsienti g'adir-budirlik va gidravlik radiuslarga funktsional bog'liq kattalikdir.

$$C = f(n; R) = f\left(n; \frac{D}{4}\right) \quad (5.5)$$

$\Delta = (0,10 \div 0,15) \text{ мм}$ bo'lgan yangi bitumlangan (bitumlanmagan) cho'yan quvurlar uchun K sarf moduli va λ gidravlik ishqalanish koeffitsientlari qiymatlari

5.1-jadval

$D,$ mm	$K_{\min},$ l/s	$K_{\min}^2,$ $(l/s)^2$	$K_{ur},$ l/s	$K_{ur}^2,$ $(l/s)^2$	$K_{\max},$ l/s	$K_{\max}^2,$ $(l/s)^2$	λ_{\min}	λ_{ur}	λ_{max}
50	12,16	147,9	12,47	156,5	12,80	163,8	0,0230	0,0242	0,0255
75	35,41	$1,254 \cdot 10^3$	36,07	$1,301 \cdot 10^3$	37,03	$1,371 \cdot 10^3$	0,0209	0,0220	0,0230
100	74,96	$5,619 \cdot 10^3$	76,16	$5,800 \cdot 10^3$	77,70	$6,037 \cdot 10^3$	0,0200	0,0208	0,0215
125	133,3	$17,769 \cdot 10^3$	135,2	$18,279 \cdot 10^3$	138,9	$19,253 \cdot 10^3$	0,0190	0,0200	0,0206
150	214,2	$45,882 \cdot 10^3$	219,3	$48,092 \cdot 10^3$	227,8	$51,893 \cdot 10^3$	0,0177	0,0191	0,0200
200	457,4	$20,921 \cdot 10^4$	474,9	$22,553 \cdot 10^4$	484,3	$23,455 \cdot 10^4$	0,0165	0,0172	0,0185
250	833,3	$69,439 \cdot 10^4$	845,7	$71,521 \cdot 10^4$	859,3	$73,840 \cdot 10^4$	0,0160	0,0165	0,0170
300	1334	$17,796 \cdot 10^5$	1352	$18,279 \cdot 10^5$	1387	$19,238 \cdot 10^5$	0,0153	0,0161	0,0165
350	1986	$39,442 \cdot 10^5$	2019	$40,764 \cdot 10^5$	2065	$42,642 \cdot 10^5$	0,0149	0,0156	0,0161
400	2801	$78,456 \cdot 10^5$	2863	$81,968 \cdot 10^5$	2924	$85,498 \cdot 10^5$	0,0145	0,0151	0,0158
450	3817	$14,569 \cdot 10^6$	3878	$15,039 \cdot 10^6$	3924	$15,398 \cdot 10^6$	0,0142	0,0148	0,0153
500	5020	$25,200 \cdot 10^6$	5096	$25,969 \cdot 10^6$	5193	$26,967 \cdot 10^6$	0,0140	0,0145	0,0150
600	8079	$65,270 \cdot 10^6$	8169	$66,733 \cdot 10^6$	8377	$70,174 \cdot 10^6$	0,0134	0,0141	0,0145

$D,$ mm	$K_{\min},$ l/s	$K_{\min}^2,$ $(l/s)^2$	$K_{ur},$ l/s	$K_{ur}^2,$ $(l/s)^2$	$K_{\max},$ l/s	$K_{\max}^2,$ $(l/s)^2$	λ_{\min}	λ_{ur}	λ_{\max}
700	12008	$14,419 \cdot 10^7$	12251	$15,009 \cdot 10^7$	12596	$15,866 \cdot 10^7$	0,0128	0,0136	0,0141
800	16949	$28,727 \cdot 10^7$	17324	$30,012 \cdot 10^7$	18897	$35,710 \cdot 10^7$	0,0125	0,0132	0,0138
900	23069	$53,218 \cdot 10^7$	23627	$55,804 \cdot 10^7$	24177	$58,453 \cdot 10^7$	0,0122	0,0128	0,0134
1000	30513	$93,104 \cdot 10^7$	31102	$96,733 \cdot 10^7$	31730	$100,68 \cdot 10^7$	0,0120	0,0125	0,0130

$\Delta = (0,25 \div 1,00)_{mm}$ bo'lgan yangi bitumlanmagan cho'yan quvurlar uchun K sarf moduli va λ gidravlik ishqalanish koeffitsientlari qiymatlari

5.2-jadval

$D,$ mm	$K_{\min},$ l/s	$K_{\min}^2,$ $(l/s)^2$	$K_{ur},$ l/s	$K_{ur}^2,$ $(l/s)^2$	$K_{\max},$ l/s	$K_{\max}^2,$ $(l/s)^2$	λ_{\min}	λ_{ur}	λ_{\max}
50	8,77	76,91	9,64	92,93	11,22	125,89	0,0300	0,0410	0,0490
75	26,24	688,54	28,42	807,70	33,23	1104,2	0,0260	0,0350	0,0416
100	56,40	$3,1810 \cdot 10^3$	61,37	$3,7663 \cdot 10^3$	70,94	$5,0325 \cdot 10^3$	0,0240	0,0320	0,0380
125	102,32	$10,469 \cdot 10^3$	110,59	$12,230 \cdot 10^3$	125,93	$15,858 \cdot 10^3$	0,0230	0,0300	0,0350
150	166,53	$27,732 \cdot 10^3$	181,42	$32,906 \cdot 10^3$	204,78	$41,943 \cdot 10^3$	0,0220	0,0280	0,0330
200	359,35	$1,2913 \cdot 10^5$	391,36	$1,5288 \cdot 10^5$	429,20	$1,8421 \cdot 10^5$	0,0210	0,0255	0,0300
250	649,83	$4,2228 \cdot 10^5$	701,99	$4,9280 \cdot 10^5$	770,71	$5,9398 \cdot 10^5$	0,0200	0,0240	0,0280
300	1059,4	$11,223 \cdot 10^5$	1128,3	$12,724 \cdot 10^5$	1242,7	$15,443 \cdot 10^5$	0,0190	0,0230	0,0262
350	1588,6	$25,237 \cdot 10^5$	1684,8	$28,383 \cdot 10^5$	1878,4	$35,285 \cdot 10^5$	0,0180	0,0224	0,0252
400	2262,6	$51,194 \cdot 10^5$	2394,4	$57,312 \cdot 10^5$	2669,3	$71,252 \cdot 10^5$	0,0170	0,0215	0,0242
450	3076,7	$94,661 \cdot 10^5$	3260,9	$106,34 \cdot 10^5$	3626,3	$131,48 \cdot 10^5$	0,0168	0,0209	0,0235
500	4054,7	$16,439 \cdot 10^6$	4283,3	$18,347 \cdot 10^6$	4776,7	$22,810 \cdot 10^6$	0,0165	0,0206	0,0230
600	6570,5	$43,171 \cdot 10^6$	6860,5	$47,066 \cdot 10^6$	7662,4	$58,706 \cdot 10^6$	0,0160	0,0200	0,0221
700	9788,8	$95,824 \cdot 10^6$	10259	$105,25 \cdot 10^6$	11446	$130,99 \cdot 10^6$	0,0155	0,0192	0,0212
800	13838	$191,49 \cdot 10^6$	14543	$211,47 \cdot 10^6$	16257	$264,29 \cdot 10^6$	0,0150	0,0185	0,0207
900	18759	$351,91 \cdot 10^6$	20035	$401,36 \cdot 10^6$	22053	$445,59 \cdot 10^6$	0,0147	0,0178	0,0203
1000	24603	$605,31 \cdot 10^6$	26704	$713,10 \cdot 10^6$	28895	$834,92 \cdot 10^6$	0,0145	0,0170	0,0200

Bu kattalik kvadrat qarshilikkacha bo'lgan soha uchun quyidagicha aniqlanishi mumkinligi bizga ma'lum:

$$C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}} = f(\Delta_r) = f\left(\frac{\Delta}{D}\right) \quad (5.6)$$

Gʻadir-budirligi $\Delta=1,0\div 1,5$ mm li foydalanishda boʻlgan eski choʻyan quvurlar uchun K sarf moduli va λ gidravlik ishqalanish koeffitsientlari.

5.3-jadval

D , mm	K_{\min} , l/s	K_{\min}^2 , $(l/s)^2$	K_{ur} , l/s	K_{ur}^2 , $(l/s)^2$	K_{\max} , l/s	K_{\max}^2 , $(l/s)^2$	λ_{\min}	λ_{ur}	λ_{\max}
50	8,13	66,10	8,43	71,07	8,77	76,91	0,0490	0,0530	0,0570
75	24,18	584,67	24,69	609,60	26,24	688,54	0,0416	0,0470	0,0490
100	52,41	$2,7468 \cdot 10^3$	53,90	$2,9052 \cdot 10^3$	56,40	$3,1810 \cdot 10^3$	0,0380	0,0416	0,0440
125	95,23	$9,0687 \cdot 10^3$	98,22	$9,6472 \cdot 10^3$	102,32	$10,469 \cdot 10^3$	0,0350	0,0380	0,0404
150	155,48	$24,162 \cdot 10^3$	160,62	$25,799 \cdot 10^3$	166,53	$27,732 \cdot 10^3$	0,0330	0,0356	0,0380
200	336,59	$1,1329 \cdot 10^5$	346,36	$1,1997 \cdot 10^5$	359,35	$1,2913 \cdot 10^5$	0,0300	0,0323	0,0342
250	607,73	$3,6934 \cdot 10^5$	627,74	$3,9406 \cdot 10^5$	649,83	$4,2228 \cdot 10^5$	0,0280	0,0300	0,0320
300	990,26	$9,8062 \cdot 10^5$	1017,8	$10,359 \cdot 10^5$	1059,4	$11,223 \cdot 10^5$	0,0262	0,0284	0,0300
350	1491,0	$22,231 \cdot 10^5$	1534,6	$23,550 \cdot 10^5$	1588,6	$25,237 \cdot 10^5$	0,0252	0,0270	0,0286
400	2124,8	$45,148 \cdot 10^5$	2195,5	$48,202 \cdot 10^5$	2262,6	$51,194 \cdot 10^5$	0,0242	0,0257	0,0275
450	2911,7	$84,780 \cdot 10^5$	2980,9	$88,858 \cdot 10^5$	3076,7	$94,661 \cdot 10^5$	0,0235	0,0250	0,0262
500	3851,3	$14,833 \cdot 10^6$	3954,0	$15,634 \cdot 10^6$	4054,7	$16,439 \cdot 10^6$	0,0230	0,0242	0,0255
600	6278,2	$39,415 \cdot 10^6$	6415,0	$41,152 \cdot 10^6$	6570,5	$43,171 \cdot 10^6$	0,0221	0,0232	0,0242
700	9370,0	$87,797 \cdot 10^6$	9531,2	$90,840 \cdot 10^6$	9788,8	$95,824 \cdot 10^6$	0,0212	0,0224	0,0232
800	13213	$174,59 \cdot 10^6$	13487	$181,91 \cdot 10^6$	13838	$191,49 \cdot 10^6$	0,0207	0,0218	0,0227
900	17971	$322,96 \cdot 10^6$	18297	$334,78 \cdot 10^6$	18759	$351,91 \cdot 10^6$	0,0203	0,0212	0,0221
1000	23731	$563,16 \cdot 10^6$	24175	$584,43 \cdot 10^6$	24603	$605,31 \cdot 10^6$	0,0200	0,0207	0,0215

(5.6) formuladan koʻrinib turibdiki, sarf moduli quvurning diametri va gʻadir-budirligiga funksional bogʻliqdir. Maʼlum bir gʻadir-budirlikka ega choʻyan quvurlar uchun esa bu kattalik faqat quvur diametriga funksional bogʻliq. Shu holatni hisobga olgan holda, choʻyan quvurlar uchun sarf modulini quvur diametriga asosan aniqlash uchun 5.1, 5.2, 5.3-jadvallar keltirilgan. Shuni yodda tutish kerakki, har qaysi choʻyan quvur maʼlum sarf moduli qiymatiga ega. Agar D – diametr maʼlum boʻlsa, K va K^2 kattaliklarni aniqlab, (5.2) formuladan foydalanib, h_l –napor yoʻqolishini hisoblash mumkin. h_l , K , l kattaliklar maʼlum boʻlsa, sarfni hisoblashimiz mumkin va xokazo.

2-holat. Agar mahalliy napor yo‘qolishlari mavjud bo‘lsa, bunda naporni uzunlik bo‘yicha yo‘qolishi Darsi-Veysbax formulasiga asosan aniqlanadi.

$$h_l = \lambda \frac{l v^2}{D 2g} \quad (5.7)$$

Gidravlik ishqalanish koeffitsienti (λ) kattaligini aniqlash bizga yuqorida tanishgan mavzularimizdan ma‘lum. Mahalliy napor yo‘qolishi esa, Veysbax formulasiga asosan aniqlanadi:

$$h_m = \zeta_m \frac{v^2}{2g} \quad (5.8)$$

bunda, ζ_m – mahalliy qarshilik koeffitsienti bo‘lib, uning asosiy qiymati asosan maxsus tajribalar o‘tkazish yo‘li bilan aniqlanadi. Biz, bu tajribalar natijasi asosida tuzilgan jadvallarni yuqoridagi mavzularda keltirganmiz.

5.3. NAPOR YO‘QOLISHINING YIG‘INDICINI ANIQLASH. TO‘LIQ QARSHILIK KOEFFITSIENTI. UZUN VA QISQA QUVURLAR HAQIDA TUSHUNCHA

Faraz qilaylik, quvurlar tizimi berilgan bo‘lib (5.1-rasm), uning uzunligi bo‘ylab harakatiga to‘sqinlik qiluvchi o‘zgarishlar mavjud. Masalan, burilish, kran, keskin kengayish, panjara, siqilish va xokazolar. Bular orasidagi masofani $(20 \div 30)D$ munosabatdan katta deb hisoblaganligimiz sababli, ularning bir-biriga ta’siri yo‘q.

1-1 va 2-2-kesimlar orasidagi to‘liq napor yo‘qolishini quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$h_f = h_l + \sum h_m$$

Har bir hadni alohida-alohida ko‘rib chiqamiz.

1. Mahalliy napor yo'qolishlari h_M quyidagiga teng.

$$\sum h_M = h_{\bar{o}} + h_K + h_{K.K} \quad (5.9)$$

bunda, $h_{\bar{o}}$ – burilishdagi yo'qolish, h_K – kran o'rnatilgan sohadagi yo'qolish, $h_{K.K}$ – keskin kengayishdagi yo'qolish.

Veysbax formulasiga asosan:

$$h_{\bar{o}} = \zeta_{\bar{o}} \frac{v^2}{2g}; \quad h_K = \zeta_K \frac{v^2}{2g}; \quad h_{K.K} = \zeta_{K.K} \frac{v^2}{2g}$$

Demak,

$$\sum h_M = (\zeta_{\bar{o}} + \zeta_K + \zeta_{K.K}) \frac{v^2}{2g} \quad (5.10)$$

yoki, umumiyko'rinishda:

$$\sum h_M = \frac{v^2}{2g} \sum \zeta_M \quad (5.11)$$

bunda, $\sum \zeta_M$ – mahalliy qarshilik koeffitsientlari yig'indisi.

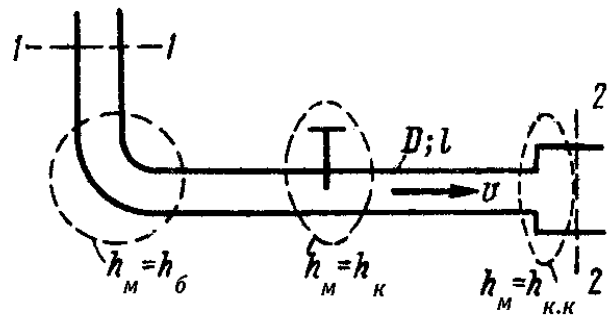
2. Naporning uzunlik bo'yicha yo'qolishi – h_l . Bu kattalik Darsi-Veysbax formulasiga asosan aniqlanadi:

$$\frac{\lambda l}{D} = \zeta_l \quad (5.12)$$

$$h_l = \zeta_l \frac{v^2}{2g} \quad (5.13)$$

bunda, ζ_l – uzunlik bo'yicha qarshilik koeffitsienti deb ataladi.

3. To'liq napor yo'qolishi – h_f :



5.1-rasm. Napor yo'qolishi yig'indisini aniqlash.

($D = const$ holat uchun)

$$h_f = \zeta_l \frac{v^2}{2g} + \sum \zeta_m \frac{v^2}{2g} \quad (5.14)$$

yoki

$$h_f = (\zeta_l + \sum \zeta_m) \frac{v^2}{2g} \quad (5.15)$$

Agar

$$\boxed{\zeta_f = \zeta_l + \sum \zeta_m} \quad (5.16)$$

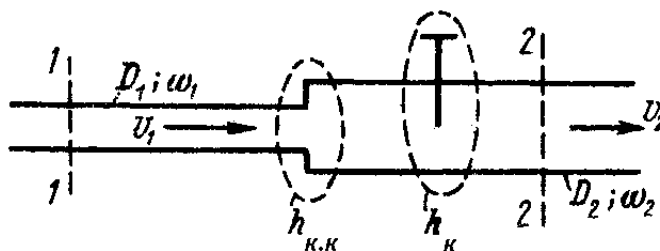
deb belgilash kiritsak,

$$\boxed{h_f = \zeta_f \frac{v^2}{2g}} \quad (5.17)$$

bunda, ζ_f – to‘liq qarshilikoeffitsienti deb nomlanadi.

Demak, yuqorida keltiri-lgan

ζ_m , ζ_l , va ζ_f koeffitsientlar yordamida har qanday napor yo‘qolishi tezlik naporini orqali ifodalanishi mumkin.



5.2-rasm. Napor yo‘qolishining yig‘indisi

($D \neq const$ holat uchun)

Quvurlar tizimida diametr o‘zgaruvchan bo‘lgan holat. Faraz qilaylik, turli o‘lchamli quvurlar tizimida (5.2- rasm) napor-ning yo‘qolishini aniqlash kerak.

Yuqorida quvur diametri doimiy bo‘lganda (5.10) va (5.15) ifodalarda napor yo‘qolishi (h_f)ni oqimning o‘rtacha tezligi orqali ifodalab, tezlik naporini qavs ishorasidan tashqariga olgan edik.

Mahalliy napor yo‘qolishi ikki xil tezlik nabori orqali ifodalanadi. Birinchi keskin kengayishdagi napor yo‘qolishi v_1 tezlik orqali, ikkinchi krandagi mahalliy yo‘qolish v_2 tezlik orqali aniqlanadi.

$$\sum h_m = (\zeta_{\kappa.\kappa})_1 \frac{v_1^2}{2g} + (\zeta_{\kappa})_2 \frac{v_2^2}{2g} \quad (5.18)$$

Oqimning uzluksizlik tenglamasiga asosan,

$$v_1 = v_2 \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad (5.19)$$

Demak,

$$(\zeta_{\kappa.\kappa})_1 \frac{v_1^2}{2g} = (\zeta_{\kappa.\kappa})_1 \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = (\zeta_{\kappa.\kappa})_2 \frac{v_2^2}{2g} \quad (5.20)$$

bunda,

$$(\zeta_{\kappa.\kappa})_2 = (\zeta_{\kappa.\kappa})_1 \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 \quad (5.21)$$

deb, belgilash kiritamiz.

Demak, $\sum h_m$ ifodaga kiruvchi hamma hadlarni bitta tezlik qiymati orqali ifodalash imkoniyati mavjud ekan.

«Uzun» va «qisqa» quvurlar tizimi xaqida tushuncha.

Umuman, amaliyotda uchraydigan suv o‘tkazuvchi quvurlarda yo‘qoladigan uzunlik bo‘yicha napor miqdori – mahalliy napor yo‘qolishlariga nisbatan nihoyatda katta qiymatga ega bo‘lib, bunda, mahalliy napor yo‘qolishlarini hisobga olmaslik mumkin. Bunda holatda, qaralayotgan tizimdagi mahalliy yo‘qolishlarning umumiy miqdori uzunlik bo‘yicha napor yo‘qolishlarining 5% dan kam qismini tashkil qiladi, yani $h_m < 5\%(h_l)$, bunda

$$h_f \approx h_l$$

deb qabul qilinadi va quvurlar tizimi *uzun quvurlar tizimi* deyiladi.

Magistral suv uzatish quvurlar tizimi bunga misol bo'lishi mumkin. (200-500 mm diametrli 200-1000 m bo'lgan quvurlar tizimi). Uzun quvurlar tizimida pezometrik va to'liq napor chiziqlarini chizishda tezlik nabori kichik qiymatga ega bo'lganligi uchun inobatga olinmaydi va ular o'zaro ustma-ust tushadi. Agar naborning mahalliy yo'qolishi uzunlik bo'yicha yo'qolishining 3-5% dan ko'p qismini tashkil etsa, albatta, $\sum h_m$ – mahalliy yo'qolishni hisobga olishga to'g'ri keladi, yani:

$$h_f = h_l + \sum h_m$$

Bunday quvurlar tizimi *qisqa quvurlar tizimi* deyiladi. Shahar suv ta'minot tizimining iste'mol hududi – qisqa quvurlar tizimiga misol bo'ladi. Bundan tashqari, nasos stantsiyalarining so'rish quvurlari, dyuker – gidrotexnik inshooti, sifon tizimlari ham shular jumlasidandir.

A. QISQA QUVURLAR TIZIMI

5.4. O'ZGARMAS DIAMETRLI SODDA QISQA QUVURLAR TIZIMI

Bizga ma'lumki, yon tomonlarga qisman ajralishi bo'lmagan quvurlar tizimi sodda quvurlar tizimi deyiladi.

Qisqa quvurlar tizimining gidravlik hisobida suyuqlik oqimining chiqishi suyuqlik satxi ostiga va ochiq atmosferaga qarab ayrim o'ziga xos tomonlari bo'lishi mumkin. Har qaysi holat bilan aloxida tanishamiz.

1⁰. Suyuqlik oqimining satx ostiga chiqishi (5.3, a-rasm). Bunda biz suyuqlik oqimining o'rtacha tezligi v vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan barqaror harakati mavjud bo'lgan holat bilan tanishamiz. Quvur orqali tutashgan A va V idishlardagi suyuqlik satxlari farqi z ga teng deb qabul qilamiz. Suyuqlik A idishga oqib kirib, V idishdan chiqib ketmoqda.

Quvurda harakatlanayotgan oqim sarfini hisoblaymiz. Buning uchun Bernulli tenglamasidan foydalanamiz.

1) 1-1 va 2-2 kesimlarni tanlab olib, hisoblash uchun qulay vaziyatdan taqqoslash 00 tekisligini o‘tkazamiz (5.3, a-rasm).

2) tenglamaning umumiy ko‘rinishini yozib olib, unga kiruvchi har bir had bilan alohida tanishamiz.

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_f \quad (5.22)$$

Tenglamada

$$z_1 = Z; v_1 = v_A = 0; p_1 = p_2 = p_a; z_2 = 0; \alpha \approx 1,0 \quad (5.23)$$

Demak,

$$Z = h_f \quad (5.24)$$

bunda,

$$h_f = \zeta_f \frac{v^2}{2g} \quad (5.25)$$

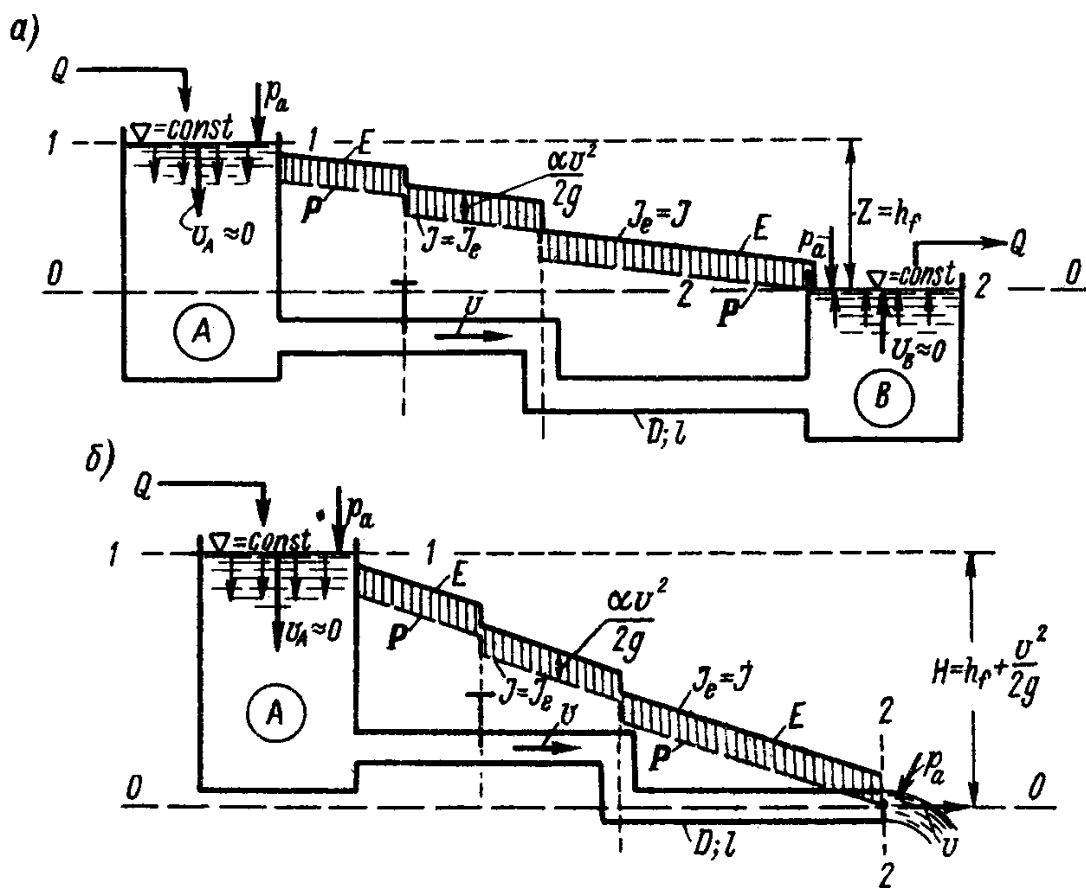
bunda, h_f – quvur uchun to‘liq qarshilik koeffitsienti.

$$Z = \zeta_f \frac{v^2}{2g} \quad (5.26)$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{\zeta_f}} \sqrt{2gZ} \quad (5.27)$$

Bundan, oqim sarfini hisoblash formulalarini yozishimiz mumkin:

$$Q = \omega v = \frac{\pi D^2}{4} \frac{1}{\sqrt{\zeta_f}} \sqrt{2gZ} \quad (5.28)$$



5.3

-rasm. Qisqa quvurlar

a) oqimning satx ostiga chiqishi

b) oqimning atmosferaga chiqishi

2⁰. Oqimning atmosferaga chiqishi (5.3, b-rasm). Bunday holatda ham oqimning barqaror harakati ($v=const$, $N=const$) bo'lgan holat mavjud deb qaraymiz. Bunda N – A idishning chiqish teshigi markazidan suyuqlik satxigacha bo'lgan masofa.

Bu holatda ham ma'lum qoidalar asosida 1-1 va 2-2 kesimlar tanlanib, 00 taqqoslash tekisligini o'tkazamiz.

Endi 1-1 va 2-2 kesimlar uchun 00 taqqoslash tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_f \quad (5.29)$$

$$z_1 = H; v_1 = v_A = 0; v_2 = v; p_1 = p_2 = p_a; \alpha = 1,0$$

Demak, tenglamani quyidagiko‘rinishdayozibolishimiz mumkin:

$$H = h_f + \frac{v^2}{2g} \quad (5.30)$$

yoki

$$H = \zeta_f \frac{v^2}{2g} + \frac{v^2}{2g} = (\zeta_f + 1) \frac{v^2}{2g} \quad (5.31)$$

bundan,

$$v = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_f}} \sqrt{2gH} \quad (5.32)$$

Oqimninguzluksizliktenglamasigaasosan,

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_f}} \sqrt{2gH} \quad (5.33)$$

3^o.

Asosiyhisoblashformulalari.

Buformulalarniquyidagiko‘rinishdayozishimiz mumkin:

$$\boxed{Q = \mu_\kappa \omega \sqrt{2gZ}} \quad (5.34')$$

$$\boxed{Q = \mu_\kappa \omega \sqrt{2gH}} \quad (5.34'')$$

bunda, μ_κ – quvurlar tizimining sarfkoeffitsienti deb atalib, quyidagichaaniqlanadi.

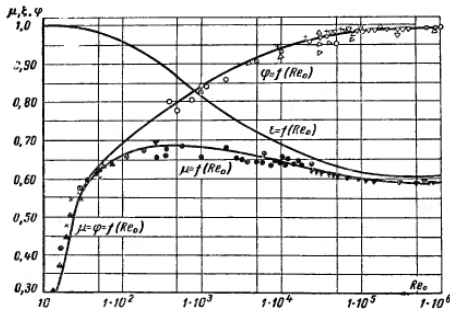
a) oqim satx ostiga chiqqan holda

$$\mu_\kappa = \frac{1}{\sqrt{\zeta_f}} = \frac{1}{\sqrt{\zeta_l + \sum \zeta_M}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{\lambda l}{D} + \sum \zeta_M}} \quad (5.35)$$

b) oqim atmosferaga chiqqan holda

$$\mu_K = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_f}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\lambda l}{D} + \sum \zeta_M}} \quad (5.36)$$

μ_K – quvurlar tizimining sarfkoeffitsienti asosan tatqiqotlar yuli bilan aniqlanadimasalan Altshul grafigi yordamida aniqlash mumkin:



5.5. QISQA QUVURLARDAGI ASOSIY HOLATLAR. SIFON, NASOSNING SO‘RUVCHI QUVURI VA DYUKER

Sifon – suyuqlik satxlari farqi hisobiga bir rezervuardan ikkinchi rezervuarga suyuqlikni o‘z-o‘zidan harakatlantiruvchi quvur (5.4-rasm).

Agar 5.4-rasmdagi quvur suyuqlik bilan to‘ldirilsa, unda yuqorigi idishdan pastki idishga suyuqlikning oqishi kuzatiladi. Suyuqlikning quvur bo‘ylab oqishini quyidagicha izohlash mumkin:

Quvurda n -nkesimni olamiz va ushbu kesimni suyuqlik sathidan yuqorida chap tomondagi idishda – h' va o‘ng tomondagi idishda h'' orqali belgilaymiz. Agar sifondagi suyuqlikni tinch holatda deb qabul qilsak, unda quyidagicha yozish mumkin:

mumkin:

A) N -Nkesimdan chap tomondagi bosim

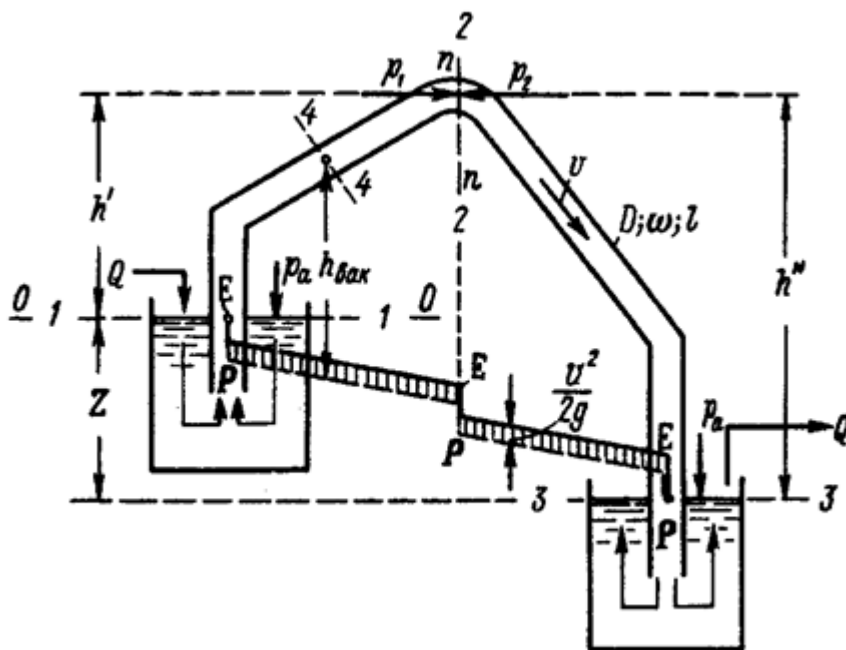
$$p_1 = p_a + (-h'\gamma) \quad (5.37)$$

B) N -Nkesimdan o‘ng tomondagi bosim

$$p_2 = p_a + (-h''\gamma) \quad (5.38)$$

bunda, $(-h')$ va $(-h'')$ $n-n$ kesimga tegishli suyuqlik sathidan pastda paydo bo'lgan idishdagi pastliklar (bu pastliklar manfiy hisoblanadi).

Demak, $p_1 > p_2$ bu holat quvurdagi suyuqlikning tinch holatda bo'lmashligini ko'rsatadi, suyuqlik chapdan o'ngga qarab harakatlanadi, ya'ni bosim kam bo'lgan tomonga harakatlanadi.



5.4-rasm. Sifon

Sifondagi suyuqlikning barqarorlashgan harakatini ko'rib chiqamiz: $Z = const$. 1-1 va 3-3 kesimlarni belgilaymiz. Bu ikkala kesimni bernulli tenglamasi orqali yozamiz va quvurdagi q suv sarfini (5.34') va (5.35) bog'liqliklarga asosan aniqlaymiz.

Sifonning o'ziga xos holati bu unda vakuumning mavjudligi. vakuumning eng katta qiymati quvurning eng baland qismida, ya'ni $n-n$ kesimida kuzatiladi.

Sifondagi vakuumning maksimal qiymati $(h_{\text{max}})_{\text{max}}$ ni aniqlaymiz. Shu maqsadda $n-n$ va 2-2 hamda 1-1 va 2-2 kesimlar uchun 00 taqqoslash tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasini yozamiz (00 taqqoslash tekislikni chap tomondagi idishdagi suyuqlik sathi orqali o'tkazamiz):

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h'_f \quad (5.39)$$

bunda

$$z_1 = 0; z_2 = h'; \frac{p_1}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma}; \frac{p_2}{\gamma} = \frac{p_n}{\gamma}; \frac{\alpha v_1^2}{2g} \approx 0; \frac{\alpha v_2^2}{2g} \approx \frac{v^2}{2g} \quad (5.40)$$

bunda, v – quvurdagi tezlik, p_n – $n-n$ kesimdagi bosim.

1-1 va 2-2 kesim orasidagi napor yo‘qolishini oddiy tenglama orqali ifodalaymiz:

$$h'_f = \zeta'_f \frac{v^2}{2g} \quad (5.41)$$

bunda, ζ'_f butun quvurdagi emas, faqat 1-1 va 2-2 kesimi orasidagi napor yuqolishini hisobga oluvchi to‘liq qarshilik koeffitsienti.

(5.40) va (5.41) ifodalarni (5.39) ifodaga qo‘ysak, quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{p_a}{\gamma} = h' + \frac{p_n}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + \zeta'_f \frac{v^2}{2g} \quad (5.42)$$

yoki

$$\frac{p_a}{\gamma} - \frac{p_n}{\gamma} = h' + (1 + \zeta'_f) \frac{v^2}{2g} \quad (5.43)$$

Bundan

$$\frac{p_a}{\gamma} - \frac{p_n}{\gamma} = (h_{\text{bak}})_{\text{max}} \quad (5.44)$$

bo‘lsa,

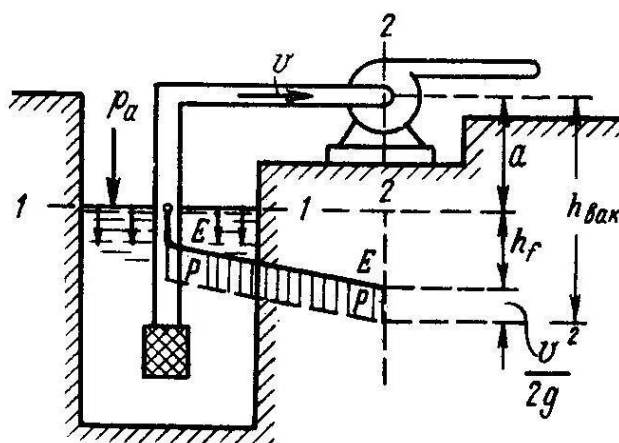
$$(h_{\text{bak}})_{\text{max}} = h' + (1 + \zeta'_f) \frac{v^2}{2g} \quad (5.45)$$

(5.45) ifodadan foydalangan holda, quvurning xohlagan nuqtasidagi vakuumni aniqlash mumkin. shu holatda (5.45) ifodada h' qiymati orqali faqat

4-4 kesimning chap tomonidagi suyuqlik sathidan ustunligini va ζ'_f qiymati orqali 1-1 va 2-2 kesim orasidagi napor yo'qolishini tushunish kerak.

Nasosning so'ruvchi quvuri deb, nasosning suyuqlikni havzadan so'rib oluvchi quvuriga aytiladi (5.5-rasm). Nasosning so'ruvchi quvurida ham sifon kabi vakuum mavjud bo'ladi.

Vakuumni eng katta qiymati nasosning oldi qismida, ya'ni, ishchi g'ildirakda kuzatiladi (2-2 kesimda). Bu vakuum qiymati havzadagi suyuqlik sathi orqali o'tkazilgan 1-1 va 2-2 kesimlar uchun 00 taqqoslash tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasi orqali aniqlanadi.



5.5-rasm. Nasosning so'ruvchi quvuri

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

$$z_1 = 0; \quad p_1 = p_a; \quad v_1 = 0;$$

$$z_2 = a; \quad p_2 = p_b; \quad v_2 = v;$$

$$h_f = \zeta_f \frac{v^2}{2g}$$

Vakuumni h' qiymati o'rniga nasos o'qining havzadagi suyuqlik sathidan balandligi qiymatini, ζ'_f qiymati o'rniga esa butun quvur bo'ylab napor yo'qolishini hisobga oluvchi to'liq qarshilik koeffitsienti ζ_f qiymatini qo'yish orqali ham topsa bo'ladi:

$$0 + \frac{p_a - p_b}{\gamma} = a + \frac{v^2}{2g} + \zeta_f \frac{v^2}{2g}$$

$$(h_{\text{бак}})_{\text{нас}} = \frac{P_a - P_b}{\gamma}$$

$$(h_{\text{бак}})_{\text{нас}} = a + (1 + \zeta_f) \frac{v^2}{2g} \quad (5.46)$$

bunda, $(h_{\text{бак}})_{\text{нас}}$ – nasosning ishchi g'ildiragi oldidagi vakuum qiymati.

Agar $(h_{\text{бак}})_{\text{нас}}$ katta bo'lsa, nasosda kavitatsiya holati ro'y beradi. Bu o'z navbatida nasosning foydali ish koeffitsientini kamaytiradi va nasos lopastlari erroziyasiga olib keladi.

Nasosning havzadagi suyuqlik sathidan eng yuqori o'rnatilish balandligi quyidagicha bo'ladi:

$$a_{\text{max}} = (h_{\text{бак}})_{\text{нас}} - (1 + \zeta_f) \frac{v^2}{2g}$$

Nasoslar turiga qarab, vakuumga nisbatan har xil talabga ega. Nasosning ishchi g'ildiragi oldidagi vakuum quyidagi talabga javob berishi kerak:

$$(h_{\text{бак}})_{\text{нас}} \leq 4,0 \div 6,5 \text{ m suv ustunibalandligi}$$

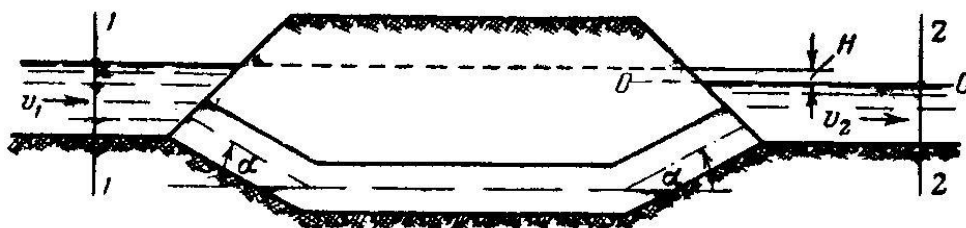
Ruxsat etilgan vakuumning qiymati faqatgina nasos turiga bog'liq bo'lmasdan, balki suyuqlik harorati va turiga ham bog'liq. Harorat oshishi bilan ruxsat etilgan vakuum qiymati pasayadi (harorat oshishi bilan kavitatsiya kuchayadi). Masalan, suvning harorati 60° bo'lganda ruxsat etilgan vakuum manfiy qiymatga o'zgaradi (ya'ni, nasos suvdagi bosimning atmosfera bosimidan yuqori qiymatida ishlashi kerak).

Berilgan nasosning va suyuqlikning ruxsat etilgan vakuumi $(h_{\text{бак}})_{\text{uez}}$ ma'lum bo'lsa, unda havzadagi suyuqlik sathidan eng maksimal joylashishi balandligini aniqlasa bo'ladi.

$$a_{\text{uez}} = (h_{\text{бак}})_{\text{uez}} - (1 + \zeta_f) \frac{v^2}{2g} \quad (5.47)$$

Issiq suv uchun a_{uez} qiymati manfiy bo'lishi mumkin, bu holatda nasosni suv sathidan pastda joylashtirishga to'g'ri keladi.

Dyuker– suyuqlik oqimlari harakatlanayotgan o‘zamlarning o‘zaro kesishganda quriladigan gidrotexnik inshootdir (5.6-rasm).



5.6-rasm. Dyuker

Dyukerning hisoblash formulasini keltirib chiqarishda 1-1 va 2-2 kesimlar uchun 00 taqqoslash tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasidan foydalanamiz:

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

bunda

$$z_1 = H; \quad p_1 = p_a; \quad v_1 = v_1;$$

$$z_2 = 0; \quad p_2 = p_a; \quad v_2 = v_2; \quad h_f = \zeta_f \frac{v^2}{2g}$$

bundan

$$H + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{v_2^2}{2g} + \zeta_f \frac{v^2}{2g}; \quad H + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} = \zeta_f \frac{v^2}{2g};$$

Bunda oqimning o‘rtacha tezligi quyidagiga teng:

$$v = \sqrt{\left(H + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} \right) 2g \frac{1}{\sqrt{\zeta_f}}};$$

Dyuker sarfini hisoblash formulasini aniqlash uchun oqimning uzluksizlik tenglamasidan foydalanamiz:

$$Q = \omega v = \omega \sqrt{\left(H + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} \right) 2g \frac{1}{\sqrt{\zeta_f}}}$$

bunda $\frac{1}{\sqrt{\zeta_f}}$ ifodani *sarf koeffitsienti* deb atab, uni μ harfi orqali belgilasak,

dyuker sarfi quyidagi formula orqali topiladi:

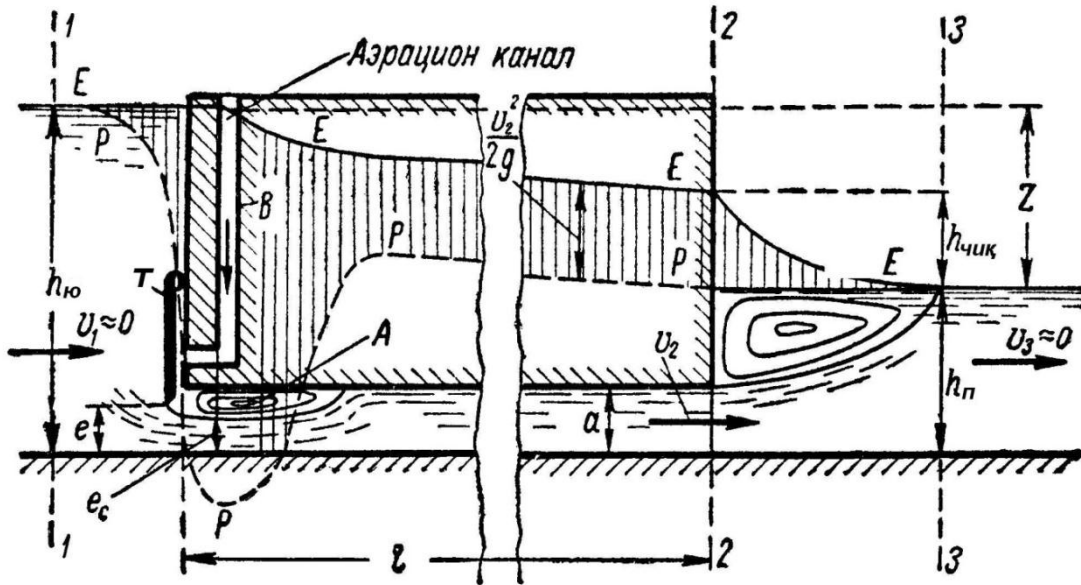
$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH + (v_1^2 - v_2^2)}$$

5.6. GORIZONTAL VA VERTIKAL HOLATDAGI SUV CHIQARUVCHI QUVURLAR. VAKUUMNING HAR XIL KO'RINISHLARI

1⁰. Naporli gorizontal quvurlar. Qayta tiklanuvchi pasayish. Naporli oqim aeratsiyasi. Bu holatda, biz istisno tariqasida aylana shakldagi emas, balki nihoyatda katta kenglikka ega to'g'ri to'rtburchak shaklidagi quvurni olamiz. Quvurning yuqori qismida T to'siq va pastki qismida kengligi b quvur kengligiga teng chiqish keskin kengayadigan qilib qurilgan deb hisoblaymiz. Bu kengliklar tengligi sababli tekis masalaga ega bo'lamiz (5.7-rasm).

Quyidagi kattaliklarni ma'lum deb hisoblaymiz: quvurning pastki va yuqorigi tomonlaridagi oqim chuqurliklari h_n va h_{no} , sathlar farqi $Z = h_{no} - h_n$, quvur balandligi b , uning uzunligi l , to'siqning ochilishi ye.

Sarf (Q)ni aniqlash talab qilinadi. Bu holatda suv sath ostiga chiqib, sodda quvurlar tizimi bo'lganligi sababli, (5.34') va (5.35) formulalardan foydalanamiz.



5.7-rasm. Naporli quvur

Quvurlar tizimining sarf koeffitsientini yozamiz:

$$\mu_K = \frac{1}{\sqrt{\zeta_f}} = \frac{1}{\sqrt{\zeta_l + \sum \zeta_M}}$$

bunda uzun quvur uchun:

$$\zeta = \frac{\lambda l}{4R},$$

bundan tashqari,

$$\lambda = \frac{8g}{C^2}; R = \frac{ab}{2(a+b)} \approx \frac{ab}{2b} \approx \frac{1}{2}a;$$

Mahalliy napor yo'qolishi:

$$\sum \zeta_M = \zeta_{kup} + \zeta_{chik}$$

bunda, chiqishdagi mahalliy qarshilik koeffitsienti $\zeta_{chik} = 1,0$, kirishdagi napor yo'qolishi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\zeta_{kup} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_c} - 1 \right)^2 = \left(\frac{a}{e_c} - 1 \right)^2 = \left(\frac{a}{\varepsilon_0 e} - 1 \right)^2,$$

bunda, ε_0 – oqimchanning vertikal yo'nalishi bo'yicha siqilishi $\varepsilon_0 \approx 0,6$

$$\omega_c = be_c = b\varepsilon_0 e$$

Bu formulalar yordamida μ_κ kattalikni keyin (5.34') ifodadan foydalanib, sarf Q kattalik hisoblanadi.

Xuddu shu tarzda tanlash usulidan foydalanmasdan, berilgan Q va a uchun Z kattalikni hamda berilgan Q va Z uchun a kattalikni aniqlab olish mumkin.

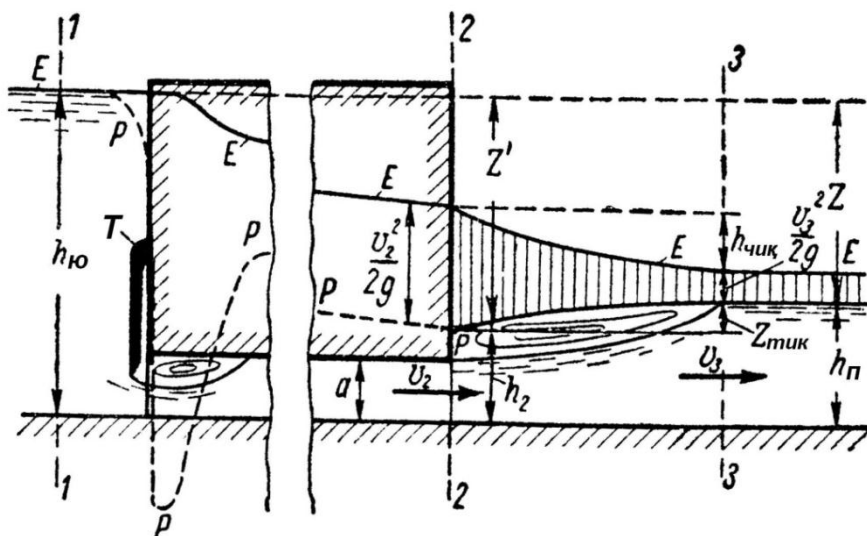
Qayta tiklanuvchi pasayish Z_{tik} . Chiqishda mahalliy yo'qolishni aniqlash formulasiga asosan, oqim katta o'lchamli havzalarga chiqayotganda $v_3 \approx 0$ deb qabul qilinib, quvurdagi butun tezlik nabori yo'qoladi:

$$\frac{v_2^2}{2g} = h_{chiq} \quad (5.48)$$

Biz bunday vaziyat bilan $\zeta_{chiq} = 0$, h_n quvur balandligi (a) ga nisbatan nihoyatda kattabo'lgan holatda duch kelganmiz.

h_n quvur balandligi (a) ga nisbatan unchalik katta bo'lmagan holatda $v_3 \neq 0$ chiqishdagi napor yo'qolishi koeffitsienti $\zeta_{chiq} < 1,0$ bo'lib, quvurdagi tezlik nabori butunlay yo'qoladi, ya'ni napor yo'qolishiga sarf bo'ladi.

5.8-rasmda bu oxirgi holatga mos keluvchi oqimning oqib chiqishi ko'rsatilgan.



5.8-rasm. Naporli quvur. Qayta tiklanuvchi pasayish Z_{tik}

Rasmdan ko‘rinib turibdiki, (5.47') formula o‘rniga quyidagi ifoda o‘rinli buladi:

$$\frac{v_2^2}{2g} = h_{chiq} + \frac{v_3^2}{2g} + Z_{tik} \quad (5.49)$$

bunda, Z_{tik} – erkin sirtning manfiy pasayishi, ya’ni bu sirtning 2-2 va 3-3 kesimlar oralig‘idagi ko‘tarilishi. Bu kattalik 2-2 kesimdan 3-3 kesimga o‘tishida solishtirma potentsial energiyaning o‘shishini xarakterlaydi.

Demak, *chiqish kanalidagi tezlik katta qiymatga ega bo‘lganda, oqimning tezlik nabori quvurdan chiqayotganda qisman solishtirma energiya oshadi, ya’ni tiklanadi.*

Z_{tik} – erkin sirtning manfiy pasayishi *tiklanish pasayishi* deb ataladi. Yuqoridagi ifodaga asosan Bord formulasini inobatga olib, quyidagigi yozishimiz mumkin:

$$Z_{tik} = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_3^2}{2g} - h_{chiq} = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_3^2}{2g} - \left(1 - \frac{v_3}{v_2}\right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = \frac{v_2 v_3 - v_3^2}{g} \quad (5.49)$$

Formuladan xulosa qilish mumkinki, agar $v_3 = 0$ bo‘lsa, $Z_{tik} = 0$ holat kuzatilsa, $v_3 > 0$ bo‘lganda, $Z_{tik} > 0$, bo‘ladi.

(5.34') va (5.35) formulalardan foydalanib, sarni aniqlashda nabor yo‘qolishi (ζ_f)ni (5.35) formulada faqat 2-2kesimgacha oraliqdagi miqdorini hisobga olamiz. (5.34') formulaga kiruvchi Z kattalik Z' kattalikka teng deb qabul qilinadi:

$$Z' = Z + Z_{tik} \quad (5.50)$$

formula yordamida aniqlanadi. Z' kattalik 1-1 va 2-2 kesimlar orasidagi suv sathining farqi.

Naborli oqim aeratsiyasi. Quvurning kirish qismida (5.7-rasm) intensiv bosim tebranishi va turbulentslik bilan xarakterlanuvchi A suv aylanuvchi sohaga ega bo‘lamiz. Bundan tashqari, A sohada quvur devori va to‘siqda kavitatsion

eroziya (emirilish)ni vujudga keltiruvchi havfli kavitatsiya paydo qiluvchi katta vakuum ham mavjud bo‘ladi.

Bosimning A sohadagi yuqori tebranishi ayrim hollarda to‘siqning vibratsiyasi (tebranishi)ga olib keladi. Bunday hollarda A sohaga favqulodda aeratsion V kanal qurilib, u orqali havo yuboriladi, to‘siq orqasida havo – suv aralashmasi paydo qilinadi va bu aralashma siqiluvchanligi sababli, vibratsiyasini kamaytiradi.

Aeratsion kanalni loyihalashtirishda uning ko‘ndalang kesimi o‘lchamlarini aniqlashga to‘g‘ri keladi. Havoning tez harakatida $v < 70 \text{ m / sek}$ havoning siqilishini hisobga olmaslik mumkin va uning harakatini hisoblashda suyuqlik uchun olingan hisobiy ifodalardan foydalaniladi. Faqat gidravlik qarshilik koeffitsienti (λ)ni aniqlashda, (ν) koeffitsientni qaralayotgan gaz holatidagi modda uchun olinadi.

V aeratsion kanaldan sohaga keladigan havoni harakatlantiruvchi bosimlar farqining kattaligi $R-R$ pezometrik bosim chizmasini qurish orqali aniqlanadi.

Bundan tashqari, bu masalani o‘rganishda yetarli aeratsion bosim oqimini ta’minlovchi havo sarfining kattaligini aniqlashga to‘g‘ri keladi. Bu masala, quvurga oqimning kirishini layihalashtirishdagi boshqa masalalar kabi gidrotexnik inshootlar qurilishi kursida mukammal o‘rganiladi.

2^o. Naporli vertikal quvurlar.

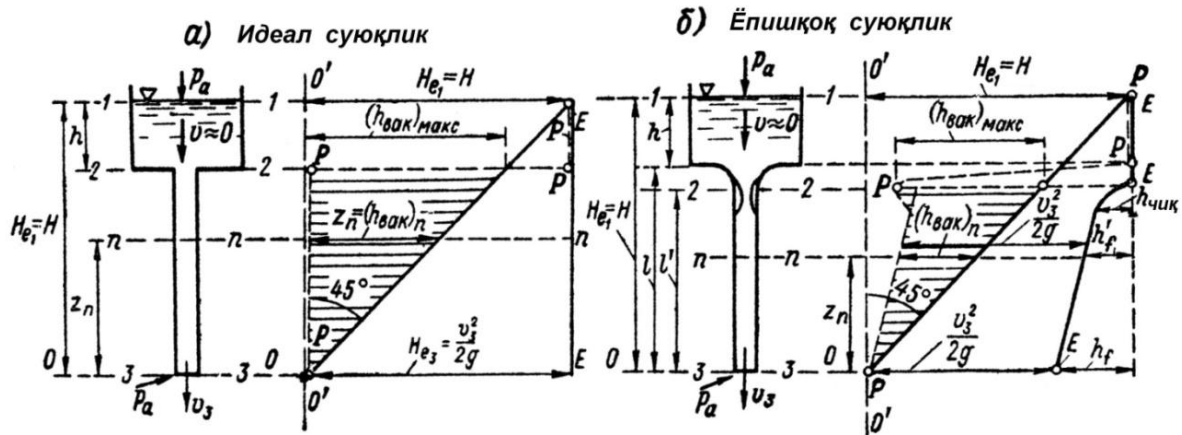
Suyuqlik oqimining ideal holatda (5.9, a -rasm) va yopishqoq real holatda (5.9, b -rasm) atmosferaga oqib chiqishini ko‘rib chiqamiz.

00 taqqoslash tekisligi 3-3 chiqish kesimida belgilab olamiz. $Ye-Ye$ to‘liq napor va $R-R$ pezometrik napor chiziqlarini quvur vertikal holatda joylashganda qurishda, ma’lum bir $O'O'$ vertikal tekislikdan boshlab, gorizontal yo‘nalishda napor va boshqa kattaliklari chizmada ko‘rsatilgandek qo‘yamiz.

Real suyuqliklar uchun tezlik napori qo‘yidagicha aniqlanadi:

$$\frac{v_3^2}{2g} = H_{e1} - h_f = H - h_f \quad (5.51)$$

bunda, belgilanishlar rasmda ko'rsatilgan.



5.9-rasm . Naporli vertikal quvurlar

Gazning harakati hisoblanganda Bernulli tenglamasiga kiruvchi z kattalik inobatga olinmaydi va harakat naporlar farqi hisobiga emas, bosimlar farqi hisobiga amalga oshadi. Bu vaziyatni haqiqatga mos kelishi quyidagicha asoslangan: agar Bernulli tenglamasining barcha hadlarini γ kattalikka ko'paytirsak, γ ning kichik (gazlarga xos) qiymatlarida tenglamaning har ikkala tomonlaridagi birinchi hadlarni hisobga olmaslik mumkin. $[(z_1\gamma) \text{ va } (z_2\gamma)]$.

Boshqa hadlarda r , $\left(\frac{v^2}{2} \rho\right)$ va $\left(\xi \frac{v^2}{2} \rho\right)$.

$\frac{p}{\gamma} = \frac{p}{\rho g}$ pezometrik gaz uchun qabul kilingan 5.9-rasmdagi sxemani

murakkablashtirmaslik maqsadida ideal suyuqlik oqimchanning idishdan quvurga kirishdagi siqilishi ko'rsatilmagan.

(5.63) ifodadan foydalanib v_3 tezlikni aniqlashimiz mumkin. Sarf esa (5.33) formuladan foydalanib aniqlanadi. Bu quvurlar tizimi sifon kabi,

vakuumning mavjudligi bilan xarakterlanadi. Ixtiyoriy $p-p$ kesimdagi (5.9, b-rasm) vakuum kattaligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$(h_{\text{bak}})_n = z_n - \left(H - h'_f - \frac{v_3^2}{2g} \right) \quad (5.52)$$

bunda, h'_f – 1-1 kesimdan $p-p$ kesimgacha bo‘lgan oraliqda to‘liq napor yo‘qolishi; z_n – kattalik rasmda ko‘rsatilgan.

Vakuumning maksimal kattaligi $(h_{\text{bak}})_{\text{maks}}$ 2-2 kesimda mavjud bo‘ladi. Oqimchanning bu kesimdagi siqilishini inobatga olmasdan quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$(h_{\text{vak}})_{\text{max}} = l + \frac{v_3^2}{2g} - H = l - h_f \quad (5.53)$$

Rasmdan ko‘rinib turibdiki, quvurning uzunligi oshishi bilan vakuumning maksimal qiymati oshadi. $(h_{\text{vak}})_{\text{max}}$ ning katta qiymatlarida 2-2 kesim yaqinida katta hajmdagi kavitatsion sohalarga ega bo‘lamiz. Bu sohalar to‘yingan bug‘lari bilan to‘la bo‘ladi. Bu sohada $p_{m.\bar{o}}$ – bosim mavjud bo‘ladi.

Bu 2-2 kesimda oqimchalar uziladi va bu uzilishlar to‘yingan bug‘lar bilan to‘ladi.

Kavitatsion uzilishlar shunday nuqtalarda paydo bo‘ladiki, bu nuqtalarda tebranma vakuum hisobiga bosim $p_{t.b}$ to‘yingan bug‘lar bosimiga teng miqdorgacha pasayadi.

Quvurning chegaraviy maksimal uzunligi yuqorida qayd qilingan uzilishning yo‘qligi bilan xarakterlanadi va quyidagicha aniqlanadi:

$$l_{\text{cheg}} = H + (h_{\text{vak}})_{\text{cheg}} - \frac{v_3^2}{2g} \quad (5.54)$$

bunda, $(h_{\text{vak}})_{\text{cheg}}$ – 2-2 kesimda oqimga uzilishi bo‘lmagan holatda mavjud bo‘lishi mumkin bo‘lgan ruxsat etiladigan vakuum.

(5.33) formulaga asosan quvur uzunligi (bunga mos ravishda N kattalik) oshishi bilan Q sarf oshadi. Sarfning maksimal Q_{max} qiymatida l uzunlikka

erishib, bu uzunlik l_{cheg} dan bir necha marotaba katta bo‘ladi va bu qiymatda oqim harakatida uzilish paydo bo‘ladi hamda h napor ta’sirida oqimning idishdan atmosferaga chiqishi amalga oshib, 2-2 kesimdagi bosim $p_{t,b}$ qiymatga teng bo‘ladi. l uzunlikning keyingi o‘zgarishlarida $Q_{max} = const$ bo‘lib qoladi.

Mumkin bo‘lgan ruxsat etilgan vakuum $(h_{vak})_{cheg}$ miqdori sifonning gidravlik hisobini bajarishdagi kabi bajariladi.

3⁰. Vakuumning turli ko‘rinishlari.

Vakuum haqida yuqoridagi mavzularda keltirilgan xuloslarga asoslanib, quyidagi vakuum ko‘rinishlarini keltirish mumkin:

1. *Maksimal vakuum* suyuqlik oqimi harakatlanayotgan nuqtasida berilgan shartlarda mavjud bo‘ladi. Bunda turbulent harakat tartibida quyidagilarni nazarda tutish kerak:

- vaqt buyicha o‘rtalashtirilgan maksimal vakuum;
- oniy (aktual) maksimal vakuum;
- maksimal pulsatsion (tebranma) vakuum (musbat va manfiy). U qaralayotgan nuqtadagi oniy va o‘rtalashtirilgan vakuumlar farqi.

2. *Chegaraviy vakuum*, ya’ni $p = p_{t,b}$ bosimga mos keluvchi vakuum qaralayotgan suyuqlik uchun uning berilgan haroratida chegaraviy qiymatdan yuqori vakuumga erishish mumkin emas. Chunki, $p = p_{t,b}$ vaziyatda suyuqlikda kavitatsion uzilishlar paydo bo‘ladi. Vakuum tebranish bilan harakatlanuvchi oniy (aktual) vakuum chegaraviy vakuumdan doimo kichik bo‘ladi.

3. *Yo‘l qo‘yish mumkin bo‘lgan ruxsat etilgan vakuum mavjud bo‘ladi:*

- quvur devorlarida kavitatsion eroziyaga yo‘l qo‘yilmaydigan sharoitlarda;
- nasos foydali ish koeffitsientining yetarli qiymatlarga erishadigan sharoitlarda;
- quvurda oqimga uzilishi bo‘lmaydigan sharoitlarda va boshqalar.

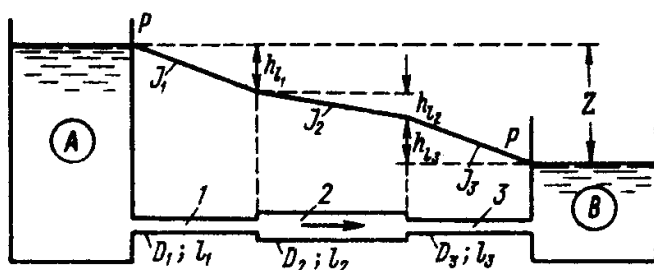
B. UZUN QUVURLAR TIZIMIDA SUYUQLIK OQIMINING NAPOR OSTIDAGI BARQAROR HARAKATI UCHUN QUVURLAR TIZIMINING GIDRAVLIK HISOBI

5.7. UMUMIY TUSHUNCHALAR

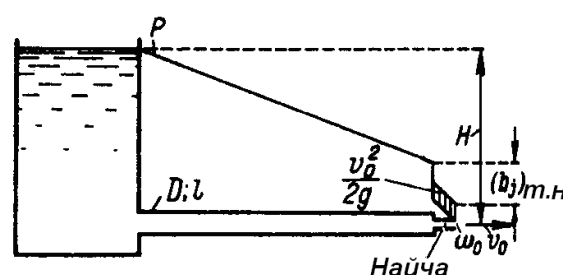
Bizga ma'lumki, inson o'zining hayot-faoliyatida suyuqlik oqimini ma'lum masofaga uzatish muammosiga ko'p duch keladi. Masalan, asosiy iste'mol uchun yaroqli ichimlik suvini bir necha kilometr uzoqlikda joylashgan aholi turar joylariga yetkazish, shahardagi oqova suvlarni shahardan tashqariga chiqarish, neft mahsulotlarini uzatish va hokazo.

Yuqoridagi mavzulardan bizga ma'lumki, quvurlar tizimida harakatni ta'minlash, ta'minot va iste'mol manbalaridagi naporlar farqi hisobiga vujudga keladi.

Misol tariqasida quyidagi rasmlarni keltirishimiz mumkin.



5.10-rasm. O'zgaruvchan diametrl
sodda uzun quvur ($J_1 > J_2$)



5.11-rasm. Naychali sodda uzun quvur

Sodda kuvurlar tizimi deb, uzunlik bo'ylab sarf tarqalmaydigan quvurlar tizimi qabul qilinishini yuqoridagi mavzularda e'tirof etganmiz. Bunday quvurlarda suyuqlik harakatida yo'qoladigan mahalliy naporlar inobatga olinmaydi va to'liq napor *Ye-Ye* hamda pzometrik napor *R-R* chiziqlari ustma-ust tushadi.

Umumiy quvurlar tizimidagi yo‘qolgan naporlarni aniqlashda naporning uzunlik bo‘yicha yuqolishi asos qilib olinadi va me‘yoriy miqdor 5-10% yuqori qilib qabul qilinadi. Bunday guruhga mansub quvurlarning gidravlik hisobini bajarishda asosan uch xil masala bo‘lishi mumkin:

- 1) Suyuqlikning fizik hossalarni harakterlovchi kattaliklar ρ va ν ma‘lum hamda napor H , quvur uzunligi l va quvur materialiga va uning tayyorlanish texnologiyasiga bog‘liq bo‘lgan g‘adir-budirlik berilgan. Sarfni aniqlash talab qilinadi;
- 2) Quyidagi ρ , ν , ν , l , D kattaliklar va sarf Q berilgan. H naporini aniqlash kerak;
- 3) Quyidagi ρ , ν , l , n , Q , N berilgan, quvur diametri D ni aniqlash kerak.

Bu masalalarni hisoblashda, asosan real holatdagi tekis barqaror harakatlanayotgan oqimlar uchun Bernulli tenglamasidan foydalanamiz. Bu tenglamani tanlangan kesimlar uchun yozib, mahalliy napor yo‘qolishlarini va tezlik naporlarini inobatga olmasak, tenglama quyidagi ko‘rinishni olishi mumkin:

a) Oqimning suyuqlik sathi ostiga oqib chiqishi holati uchun:

$$Z = h_i = h_{l_1} + h_{l_2} + h_{l_3} \quad (5.55)$$

bunda, h_{l_1} , h_{l_2} , h_{l_3} – rasmda ko‘rsatilgandek mos holda 1-, 2- va 3-quvurlardagi uzunlik bo‘yicha napor yo‘qolishlari.

Yuqoridagi mavzulardan bizga ma‘lumki,

$$h_l = Jl, \quad \text{belgi, } J = \frac{Z}{l} \quad (5.56)$$

Oqimning sarf xarakteristikasini yozamiz,

$$Q = C\omega\sqrt{RJ} \quad Q^2 = C^2\omega^2 RJ \quad (5.57)$$

$$K = C\omega\sqrt{R} \quad (5.58)$$

bunda, K – sarf moduli

$$Q^2 = K^2 J \quad (5.59)$$

$$J = \frac{Q^2}{K^2} \quad (5.60)$$

$$Z = J_1 l_1 + J_2 l_2 + J_3 l_3 \quad (5.61)$$

$$Z = \frac{Q^2}{K_1^2} l_1 + \frac{Q^2}{K_2^2} l_2 + \frac{Q^2}{K_3^2} l_3 \quad (5.62)$$

$$Z = Q^2 \sum \frac{1}{K^2} \quad (5.63)$$

bundan,

$$Q = \sqrt{\frac{Z}{\sum \frac{1}{K^2}}} \quad (5.64)$$

Ushbu ifodalardan turli gidravlik hisoblarni bajarishda foydalanishimiz mumkin. Masalan, Z , Q , l , β , ν , d parametrlarga asosan Q sarfni hisoblashimiz mumkin yoki berilgan Q , l , K parametrlarga asosan Z naporni aniqlashimiz mumkin.

b) Oqimning atmosferaga chiqish holati uchun: (5.11-rasm)

$$H = h_l \quad (5.65)$$

Umuman, amaliyotda uzunquvurlarning gidravlik hisobini bajarishda naporning uzunlik bo'yicha yo'qolishi inobatga olinsa-da, quvurning chiqish qismida o'rnatilgan naychalardagi oqimchanning tezligi yuqori qiymatga ega bo'lganligi sababli naychadagi napor yo'qolishi va tezlik miqdorini quyidagicha yozamiz.

$$H = h_l + h_{m.H.} + \frac{v_0^2}{2g} \quad (5.66)$$

bunda, $h_{t.n.}$ – tor naychadagi napor yo'qolishi:

$$h_{m.H.} = \zeta_{m.H.} \frac{v_0^2}{2g} \quad (5.67)$$

bunda, $\zeta_{t.n.}$ – tor naychadagi naporning yo'qolish koeffitsienti.

Shunday qilib,

$$H = h_l + (1 + \zeta_{m.H.}) \frac{v_0^2}{2g} \quad (5.68)$$

yoki

$$H = h_l + \frac{v_0^2}{2g\mu_{m.H}^2} \quad (5.69)$$

bunda,

$$\mu_{m.H} = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_{m.H.}}} \quad (5.70)$$

$\mu_{m.H.}$ – tor naycha sarf koeffitsienti;

Demak, yozishimiz mumkinki,

$$H = \frac{Q^2}{K^2} l + \frac{Q^2}{\omega_0^2 2g\mu_{m.H}^2} \quad (5.71)$$

chunki,

$$v = \frac{Q}{\omega_0} \quad (5.72)$$

ω_0 – tor naychada harakatlanayotgan oqimchanning yuzasi;

Agar tor naychanning ω_0 va $\mu_{m.H.}$ kattaliklari ma'lum bo'lsa, quyidagi masalalarni hisoblash mumkin:

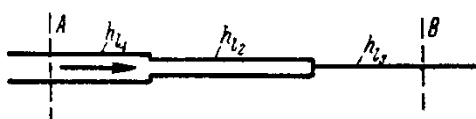
- 1) D, l, Q kattaliklar ma'lum bo'lsa, H – napor kattaligini aniqlash mumkin;
- 2) agar D, l, H berilgan bo'lsa, Q –sarf miqdorini aniqlash mumkin;
- 3) agar Q, H, l berilgan bo'lsa, D quvur diametrini aniqlash mumkin. Bunday vaziyatda dastlab K sarf modulini aniqlaymiz, keyin quvur diametri (D) aniqlanadi.

Agar quvurlar tizimining tugash qismida naycha bo'lmasa, tezlik naporining miqdori gidravlik hisobni bajarishda inobatga olinmaydi va masalaning yechimini aniqlash osonlashadi.

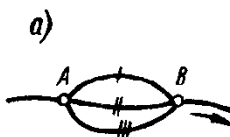
5.8. GIDRAVLIK HISOBLARNI BAJARISHDA QUVURLARNING KETMA-KET VA PARALLEL ULANISHI

Quvurlarning ketma-ket ulanishi. (5.12-rasm)ga asosan, iqtisodiy nuqtai nazardan yoki naporni oshirish maqsadida amalga oshirilishi mumkin.

$$(h_l)_{AB} = h_{l_1} + h_{l_2} + h_{l_3} \quad (5.73)$$



5.12-rasm. Quvurlarning ketma-ket ulanishi



5.13-rasm. Quvurlarning parallel ulanishi

Quvurlarning parallel ulanishi. Bunda biz, ularning murakkab tizimiga duch kelamiz (5.13-rasm). Bunday murakkab quvurlar tizimining gidravlik hisobida, asosan, pzometrlardan foydalanishga to'g'ri keladi. Bu P_1 va P_2 pzometrlar quvurlar tizimining bo'linish va birlashish uzellariga o'rnatilsa, quyidagi ifodalar ular uchun o'rinlidir.

$$(h_l)_{AB} = (H_e)_A - (H_e)_B \quad (5.66)$$

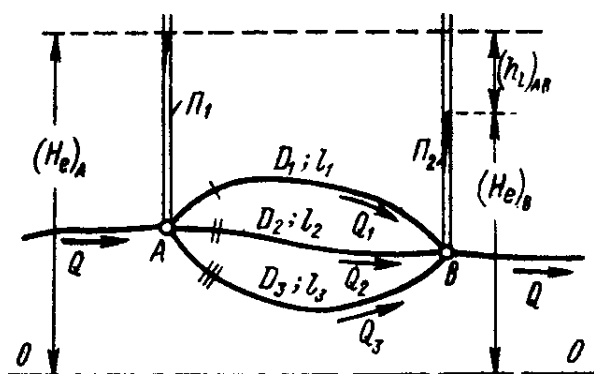
A va B uzellardagi naporlar mos ravishda $(N_e)_A$ va $(N_e)_B$ ga teng bo'lishi bizga ma'lum (5.14-rasm).

Bu munosabatga asosan quyidagilarni yozishimiz mumkin:

$$\left. \begin{aligned} h_{l_1} &= (H_e)_A - (H_e)_B \\ h_{l_2} &= (H_e)_A - (H_e)_B \\ h_{l_3} &= (H_e)_A - (H_e)_B \end{aligned} \right\} \quad (5.67)$$

bundan,

$$(h_l)_{AB} = h_{l_1} = h_{l_2} = h_{l_3} = (H_e)_A - (H_e)_B \quad (5.74)$$



5.14-rasm. Uzun quvurlarni parallel ulash hisobiga doir

Demak,

$$h_l = \frac{Q^2}{K^2} l \quad (5.75)$$

yoki,

$$(h_l)_{AB} = \frac{Q_1^2}{K_1^2} l_1 = \frac{Q_2^2}{K_2^2} l_2 = \frac{Q_3^2}{K_3^2} l_3 \quad (5.76)$$

deb yozib olishimiz mumkin. Shunga mos ravishda

$$\left. \begin{array}{l} I \quad Q_1 = K_1 \sqrt{\frac{(h_l)_{AB}}{l_1}} \\ II \quad Q_2 = K_2 \sqrt{\frac{(h_l)_{AB}}{l_2}} \\ III \quad Q_3 = K_3 \sqrt{\frac{(h_l)_{AB}}{l_3}} \end{array} \right\} \quad (5.77)$$

hamda

$$IV \quad Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (5.78)$$

tenglamalarni yozishimiz mumkin.

Natijada Q, l, D kattaliklar ma'lum bo'lgan holatda, quyidagi to'rt $Q_1, Q_2, Q_3, (h_l)_{AB}$ noma'lumli tenglamalar tizimi paydo bo'lib, uning yechimi bizga kerakli bo'lgan kattaliklarni beradi.

Buni yechish uchun (5.72) ifodaga (5.71) ifodani qo'yamiz:

$$Q = K_1 \sqrt{\frac{(h_l)_{AB}}{l_1}} + K_2 \sqrt{\frac{(h_l)_{AB}}{l_2}} + K_3 \sqrt{\frac{(h_l)_{AB}}{l_3}} \quad (5.79)$$

$$Q = \sqrt{(h_l)_{AB}} \sum \frac{K}{\sqrt{l}} \quad (5.80)$$

$$(h_l)_{AB} = \frac{Q^2}{\left(\sum \frac{K}{\sqrt{l}} \right)^2} \quad (5.81)$$

5.9. UCHTA REZERVUARNING GIDRAVLIK HISOBI

5.15-rasmda uchta rezervuar berilgan (*I*, *II*, *III*) bo'lib, ular o'zaro quvurlar orqali tutashgan. Mos ravishda ulardagi suv sathi ∇_1 , ∇_2 , ∇_3 qiymatlarga teng bo'lib, ularni o'zgarmas deb hisoblaymiz.

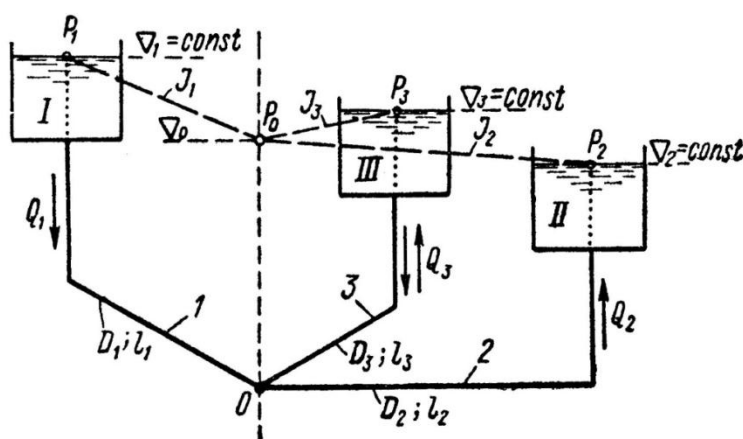
Berilgan: $l_1; l_2; l_3; D_1; D_2; D_3$ (mos ravishda $K_1; K_2; K_3$); $\nabla_1, \nabla_2, \nabla_3$.

Aniqlash kerak:

- a) agar birinchi va ikkinchi quvurlardagi oqim yo'nalishi ma'lum bo'lsa, uchinchi quvurdagi oqim yo'nalishini;
- b) Q_1, Q_2, Q_3 kattaliklarni.

1^o. Uchinchi quvurdagi oqim yo'nalishini aniqlash. Bog'lovchi nuqtadagi suv sathini ∇_0 deb belgilab, chizmada qaralayotgan rezervuarlar uchun pezometrik bosim chiziqlarini chizamiz.

- a) agar *III* bakni *I* bak ta'minlansa, unda uchinchi quvur orqali suv yuqoriga harakatlanadi, bunda $\nabla_0 > \nabla_3$ shart bajariladi;
- b) agar *III* bakning o'zi *II* bakni ta'minlansa, unda oqim pastga harakatlanadi va $\nabla_0 < \nabla_3$ shart bajariladi;
- c) agar uchinchi quvurda suv bo'lmasa, $\nabla_0 = \nabla_3$ shart bajariladi.



5.15-rasm. Uchta rezervuarining gidravlik hisobiga doir

Yuqoridagi holatlardan qaysi biri qaralayotgan holat uchun o‘rinli ekanligini aniqlash uchun quyidagicha yo‘l tutamiz:

1. $\nabla_0 = \nabla_3$ deb qabul qilib, ∇_0 ga qiymat beramiz;
2. bu taxminimizga mos keluvchi, Q_1 va Q_2 sarf kattaliklarini aniqlaymiz:

$$Q_1 = K_1 \sqrt{\frac{h_{l_1}}{l_1}} = K_1 \sqrt{\frac{\nabla_1 - \nabla_0}{l_1}} = K_1 \sqrt{\frac{\nabla_1 - \nabla_3}{l_1}};$$

$$Q_2 = K_2 \sqrt{\frac{h_{l_2}}{l_2}} = K_2 \sqrt{\frac{\nabla_0 - \nabla_2}{l_2}} = K_2 \sqrt{\frac{\nabla_3 - \nabla_2}{l_2}};$$

3. Aniqlangan sarflar (Q_1 va Q_2)ni o‘zaro taqqoslaymiz.

Agar $Q_1 = Q_2$ bo‘lsa, uchinchi bak haqiqatdan ham ishlamayotgan bo‘lib,

$$\nabla_0 = \nabla_3$$

shart bajariladi.

Agar $Q_1 > Q_2$ bo‘lsa, uchinchi bakka suv birinchi bakdan oqayotgan bo‘lib, oqim yuqoriga ko‘tarilayotgan bo‘ladi va quyidagi shart bajariladi

$$\nabla_0 > \nabla_3$$

Agar $Q_1 < Q_2$ bo‘lsa, uchinchi bak ikkinchi bakni ta‘minlab, oqim pastga oqadi va quyidagi shart bajariladi

$$\nabla_0 < \nabla_3$$

2^o. Q_1 , Q_2 , Q_3 sarf miqdorlarini aniqlash. Faraz qilaylik, uchinchi bak ikkinchi bakni ta‘minlab, oqim pastga oqmoqda, (5.69) ifodani inobatga olib, quyidagi tenglamalar sistemasini yozamiz:

$$\left. \begin{aligned}
 (I) \quad \nabla_1 - \nabla_0 &= \frac{Q_1^2}{K_1^2} l_1 \\
 (II) \quad \nabla_3 - \nabla_0 &= \frac{Q_3^2}{K_3^2} l_3 \\
 (III) \quad \nabla_3 - \nabla_0 &= \frac{Q_3^2}{K_3^2} l_3 \\
 (IV) \quad Q_1 + Q_3 &= Q_2
 \end{aligned} \right\}$$

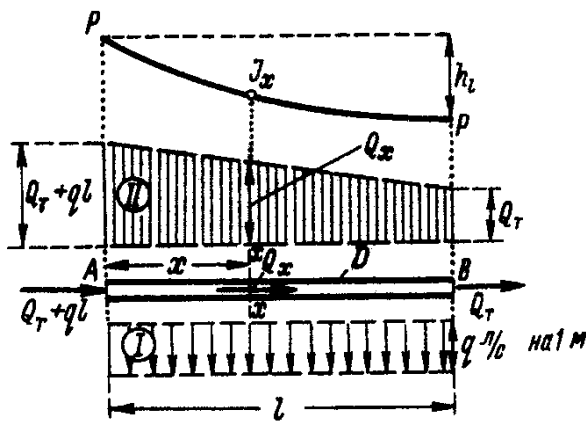
Bunda to'rtta ∇_0, Q_1, Q_2, Q_3 noma'lum bo'lib, berilgan tenglamalar tizimi $\nabla_0 - \nabla_3$ yoki $\nabla_3 - \nabla_0$ hadlarga nisbatan kvadrat tenglama ko'rinishiga keltirish mumkin. Bu tenglamalar tizimini ∇_0 kattalikka turli ixtiyoriy qiymatlar berib, tanlab olish (yoki ketma-ket yaqinlashish) usuli bilan ham yechish mumkin. ∇_0 kattalikni aniqlab, osonlik bilan Q_1, Q_2, Q_3 kattaliklarni aniqlash mumkin.

5.10. SARFNING BIR MAROMDA TAQSIMLANISHI HOLATIDA NAPOR YO'QOLISHI

Yuqoridagi hisoblarni bajarish, asosan $Q = const$ holat uchun o'rganildi. Lekin amaliyotda, quvurlar tizimi bo'ylab, bir maromda taqsimlanish holati ham ko'p uchraydi. Bu holat bilan tanishamiz. U 5.16-rasmda tasvirlangan. AV quvur uzunligi l bo'lib, uning diametrini D deb belgilab olamiz.

I epyura quvurda sarf taqsimlanishini ko'rsatadi. Quvurning birlik uzunlik o'lchamidagi sarfni q deb belgilaymiz.

Sarf – quvur uzunligi bo'ylab chiziqli qonuniyat asosida o'zgaradi. Bunda, suyuqlik sarfi epyurasi II trapetsiya ko'rinishida o'zgaradi. Uchastkaning kirish qismida $Q_T + ql$ va chiqish qismida Q_T o'tish (tranzit) sarf miqdori mavjud bo'ladi.



5.16-rasm. Uzunlik bo'yicha o'zgaruvchan sarfli quvur

Agar quvurning noma'lum masofasidagi xx kesimidan o'tayotgan sarf Q_x deb belgilansa, x ning $0 \div l$ qiymat oralig'ida Q_x sarf ($Q_T + ql$) miqdordan Q_x miqdorgacha chiziqli qonuniyat asosida o'zgaradi, J_x –gidravlik qiyalik, quvur uzunligi bo'yicha kamayadi.

Demak, p'ezometrik chiziq ham qiya bo'lib, uningqabariqligi pastga qaragan bo'ladi:

$$Q_x = (Q_T + ql) - qx \quad (5.82)$$

$$dh_l = J_x dx = \frac{Q_x^2}{K^2} dx = \frac{[(Q_T + ql) - qx]^2}{K^2} dx \quad (5.83)$$

Bu tenglamani qaralayotgan $x = 0$ va $x = l$ oraliqda integrallaymiz:

$$h_l = \int_{x=0}^{x=l} \frac{[(Q_T + ql) - qx]^2}{K^2} dx = \frac{1}{l} \int_{x=0}^{x=l} [(Q_T + ql) - qx]^2 dx \quad (5.84)$$

yoki

$$h_l = \frac{Q_{xuc}^2}{K^2} l \quad (5.85)$$

bunda, Q_{xuc} – hisobiy sarf.

$$Q_{xuc}^2 = \frac{1}{l} \int_{x=0}^{x=l} [(Q_T + ql) - qx]^2 dx \quad (5.86)$$

yoki

$$Q_{xuc}^2 = \frac{1}{l} \left[\int_{x=0}^{x=l} (Q_T + ql)^2 dx - \int_{x=0}^{x=l} 2(Q_T + ql)qxdx + \int_{x=0}^{x=l} q^2 x^2 dx \right] \quad (5.87)$$

yoki

$$Q_{xuc}^2 = (Q_T + ql)^2 - (Q_T + ql)ql + \left(\frac{1}{\sqrt{3}} ql \right)^2 \quad (5.88)$$

Agar $Q_T = 0$ bo'lsa,

$$Q_{xuc} = \frac{1}{\sqrt{3}} ql = 0,58ql \quad (5.89)$$

Agar $Q_T \neq 0$ bo'lsa,

$$\boxed{Q_{xuc} \approx Q_T + 0,55ql} \quad (5.90)$$

5.11. MURAKKAB QUVURLAR TIZIMINING

GIDRAVLIK HISOBI

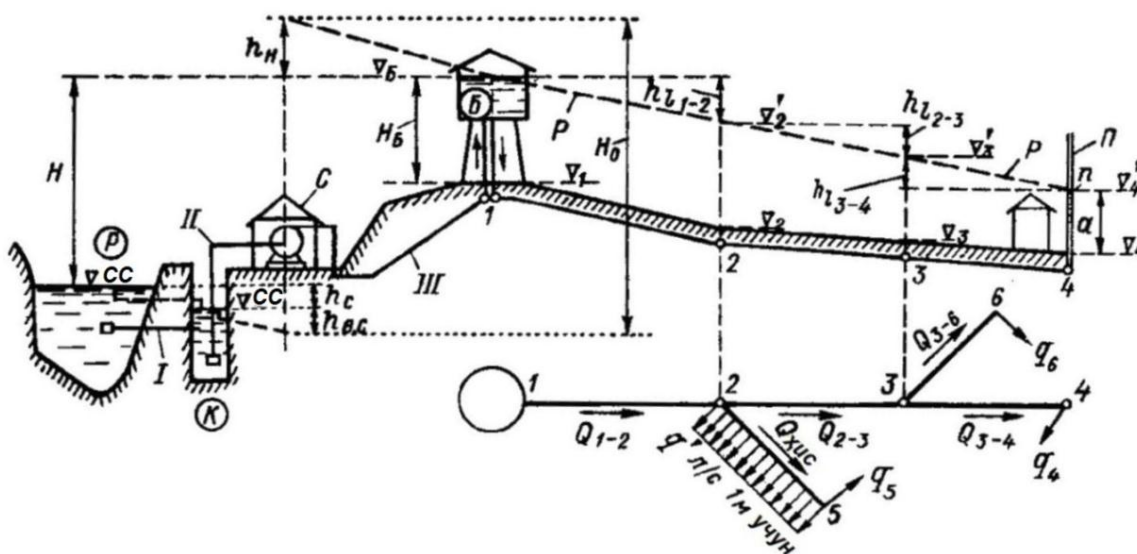
Istamolchilarni suv bilan ta'minlovchi tizim *murakkab tizim* deb yuritiladi. Ularda yon tomonlarga =am suv ta'xisimlanadi.

Murakkab quvurlar tizimini ikki guruhga bo'lishimiz mumkin:

- tugash qismi berk quvurlar tizimi (5.17-rasm);
- halqasimon quvurlar tizimi (5.18-rasm).

Bunday quvurlar tizimining gidravlik hisobida, suv bilan ta'minlovchi manbadagi suvning napor balandligini aniqlash talab qilinsa, quyidagi kattaliklar berilgan bo'lishi kerak:

- l – quvurlarning har birining uzunligi, ta'minot tizimi plani, joyning gorizontal ko'rinishdagi plani;
- tizimning nuqtalarida olinayotgan sarflar miqdori q_4, q_5, q_6 ;
- tizimning tugash nuqtalarida kerak bo'ladigan erkin naporlar.



5.17-rasm. Murakkab, oxiri berk quvurlar tizimi

Gidravlik hisoblash natijasida quvurlar diametri, kerakli suv sarfi bilan ta'minlovchi suv bakidagi naporni aniqlash kerak.

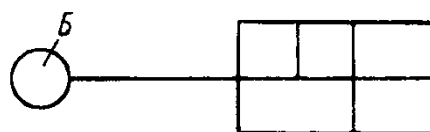
Umuman hisoblash quyidagi tartibda olib boriladi:

1. Har bir uzeldagi hisobiy sarf miqdori aniqlanadi:

$$Q_{3-4} = q_4$$

$$Q_{1-2} = q_4 + q_5 + q_6 + q'l_{2-5}$$

$$Q_{2-5} = q_5 + 0.55q'l_{2-5}$$



5.18-rasm. Halqasimon tarmoq

2. Magistral yoʻnalishni aniqlaymiz. tasviri. M bosimli suv minorasi

Bu yoʻnalishda sarf eng yuqori boʻlishi kerak. Yana u uzunlik

boʻylab, yer sathining eng katta balandliklari ham shu yoʻnalishda joylashgan boʻlishi kerak.

1-2-3-4 magistral yoʻnalishning gidravlik hisobi

1. Iqtisodiy qulay tezlik aniqlanadi. Maʼlumki, magistral yoʻnalishda tezlikning katta qiymati olinsa, tizimda napor miqdori oshishi mumkin, bu qurilish sarf xarajatlarining oshishiga olib keladi. Chunki, taʼminot manbaidagi suv sathining oshishi, naporning oshishiga olib keladi. Endi teskari holatni qabul qilib, tezlikning kichik qiymatlarini olsak, bunda ham garchand napor kichik qiymatga ega boʻlsada, quvur diametrining oshishi qurilish sarf harajatlarini oshishiga olib kelishi tabiiy. Shu sababli, iqtisodiy qulay tezlik tushunchasi qabul qilinib, tadqiqotlar oʻtkazilishi natijasida uning quvur diametriga bogʻliq kattaliklari qabul qilingan. Lekin, koʻpgina amaliy hisoblarda $v_{ukm} = 1m/sek$ deb qabul qilinishini eʼtirof etishimiz shunday vaziyatlar uchun maqsadga muvofiqdir.

D, m	0,10	0,20	0,25	0,30
$v_{ukm}, m/sek$	0,75	0,90	1,10	1,25

2. Tizimning uchastkalari uchun iqtisodiy tezlikka mos keluvchi quvur diametrlari aniqlanadi:

$$\omega = \frac{Q}{v_{ukm}}; \quad D' = \sqrt{\frac{4\omega}{\pi}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_{ukm}}}$$

3. Tizim uchastkalaridagi yoʻqotiladigan naporlar aniqlanadi:

$$h_l = \frac{Q^2}{K^2} l$$

4. Napor yo‘qolishlari h_l ma’lum bo‘lgandan so‘ng $P-P$ p‘ezometri napor chizig‘i chiziladi.

Chiziqni chizish Δ'_4 kattalikni bilgan holda, uchastkaning tugash nuqtasidan boshlaymiz. Hisoblangan $(h_l)_{3-4}$, $(h_l)_{2-3}$, $(h_l)_{1-2}$ kattaliklar vertikal yo‘nalishda qo‘yiladi.

Magistraldan bo‘lingan yo‘nalishlar esa quyidagi tartibda hisoblanadi (5.17-rasmga qarang):

a) napor yo‘qolishi –

$$h'_l = \Delta'_3 - \Delta'_6$$

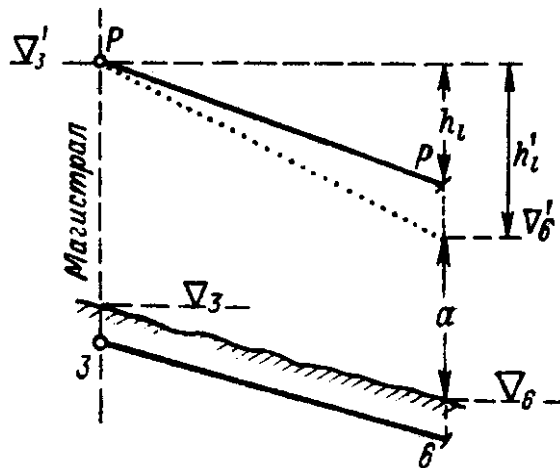
aniqlanadi;

b) sarf modulining ifodasini quyidagicha yozamiz:

$$(K')^2 = Q^2 \frac{l}{h'_l}$$

c) maxsus (5.1, 5.2, 5.3) jadvallar yordamida sarf modulning K' qiymatiga mos keluvchi quvur D diametri aniqlanadi;

d) D kattalikning ishlab chiqarishdagi mavjud standartlariga mos keladigan katta tomonga yaxlitlangan D kattalik qabul qilinib, unga mos keluvchi haqiqiy sarf moduli (K) ning va yo‘qotilgan napor (h_l) ning qiymatlari aniqlanadi. Agar magistral yo‘nalishni noto‘g‘ri tanlagan bo‘lsak hisoblashda $\Delta'_6 > \Delta'_3$ muammoga duch kelishimiz mumkin. Unda hisoblashni yangi magistral



5.19-rasm. Magistral yo‘nalishdan bo‘lingan tarmoq

yoʻnalish tanlab, qaytadan
bajaramiz.

V bobga doir test-nazorat savollari

1. “Uzun” quvurlar deganda qanday quvurlar tushuniladi?

- a) Suyuklikni ideal deb faraz qilinganda;
- b) Suyuklik laminar tartibda harakatanganda;
- c) Suyuqlik oqimining turbulent tartibdagi harakatida;
- d) Maxalliy napor yoʻqolishlari uzunlik boʻyicha napor yoʻqolishining 5 foizdan kam miqdorini tashkil qilganda.

2. “Qisqa” quvurlar deganda qanday quvurlar tushuniladi?

- a) Suyuklikni ideal deb faraz qilinganda;
- b) Maxalliy napor yoʻqolishlari uzunlik boʻyicha napor yoʻqolishining 5 foizdan koʻp miqdorini tashkil qilganda;
- c) Suyuqlik oqimining turbulent tartibdagi haraatida;
- d) Maxalliy napor yoʻqolishlari uzunlik boʻyicha napor yoʻqolishining 5 foizdan kam miqdorini tashkil qilganda.

3. Sarf moduli qanday parametrlarga bogʻliq?

- a) Quvurning uzunligiga, materialiga, diametriga va suyuqlikning harakat tartibiga bogʻliq;
- b) Quvurning uzunligiga va diametrigi bogʻlik;
- c) Quvurning uzunligiga, diametriga va suyuqlikning harakat tartibiga bogʻlik;
- d) Quvurning uzunligiga va suyuqlikning harakat tartibiga bogʻlik;

4. Sodda quvurlardan oqim suyuqlik ostiga chiqqandagi holat uchun ularning hisoblanish formulasini aniqlang.

a) $Q = \mu_r \omega \sqrt{2gZ}$;

b) $v = \frac{Q}{\omega_0}$;

c) $Q = \mu_r \omega \sqrt{2gH}$;

d) $h_l = \frac{Q^2}{K^2} l$

5. Sodda quvurlardan oqim atmosferaga chiqqandagi holat uchun ularning hisoblanish formulasini aniqlang.

a) $Q = \mu_r \omega \sqrt{2gZ}$; b) $v = \frac{Q}{\omega_0}$;

c) $Q = \mu_r \omega \sqrt{2gH}$; d) $h_l = \frac{Q^2}{K^2} l$

6. Quvurdagi naporni aniqlashda Darsi-Veysbax formulasini aniqlang.

a) $h_l = \frac{\lambda l}{d} \frac{v}{2g}$; b) $h_l = \frac{\lambda l}{d} \frac{v^2}{2g}$;

c) $h_m = \zeta_m \frac{v^2}{2g}$; d) $h_l = \zeta \frac{v}{2g}$

7. Napor yo'qolishini aniqlash uchun Veysbax formulasini aniqlang.

a) $h_l = \frac{\lambda l}{d} \frac{v}{2g}$; b) $h_l = \frac{\lambda l}{d} \frac{v^2}{2g}$;

c) $h_m = \zeta_m \frac{v^2}{2g}$; d) $h_l = \zeta \frac{v}{2g}$

8. Sodda quvurlardan oqim suyuqlik sathi ostiga chiqqandagi holat uchun sarf koeffitsientining hisoblanish formulasini aniqlang.

$$a) \mu_T = \frac{1}{\sqrt{\zeta_f}} = \frac{1}{\sqrt{\zeta_l + \sum \zeta_M}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{\lambda l}{D} + \sum \zeta_M}};$$

$$b) \mu_T = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_f}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\lambda l}{D} + \sum \zeta_M}};$$

$$c) Q = \mu_T \omega \sqrt{2gH};$$

$$d) h_l = \frac{Q^2}{K^2} l$$

9. Sodda quvurlardan oqim atmosferaga chiqqandagi holat uchun ularning sarf koeffitsientining hisoblanish formulasini aniqlang.

$$a) \mu_T = \frac{1}{\sqrt{\zeta_f}} = \frac{1}{\sqrt{\zeta_l + \sum \zeta_M}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{\lambda l}{D} + \sum \zeta_M}};$$

$$b) \mu_T = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_f}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\lambda l}{D} + \sum \zeta_M}};$$

$$c) Q = \mu_T \omega \sqrt{2gH};$$

$$d) h_l = \frac{Q^2}{K^2} l$$