

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ҚИШЛОҚ ВА
СУВ ХЎЖАЛИГИ ВАЗИРЛИГИ**

Д.Р.БОЗОРОВ, С.Қ.ХИДИРОВ, Б.М.ОБИДОВ

ГИДРАВЛИКА

(амалий ва тажриба машгулотлари)

*Ўзбекистон Республикаси олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
олий ва ўрта махсус ўқув юртлари талабалари учун ўқув
қўлланма сифатида тавсия этган.*

УДК: 532

Ўқув қўлланма тузилиши ва мазмуни жиҳатидан 5650400-Қишлоқ хўжалиги ва яйловлар сув таъминоти, 51409000-Қасб таълими (5650200 Сув хўжалиги ва мелиорация), 5650600-Суғориладиган ерларда мелиоратив тизим, 5650800-Сув ресурслари ва сувдан фойдаланиш, 5650200-Сув хўжалиги ва мелиорация, 5850300-Экология ва атроф-мухит муҳофазаси (сув хўжалигида), 5441800-Сув омборлари гидрологияси, 5650800-Сув ресурслари ва сувдан фойдаланиш, 5650700-Гидротехника иншоотлари ва насос станцияларидан фойдаланиш, 5650100-Ирригация тармоқлари ва сув энергиясидан фойдаланиш, 51409000-Қасб таълими (5650700-Гидротехника иншоотлари ва насос станцияларидан фойдаланиш) 5520200-Электроэнергетика (Сув хўжалигида), 5521800-Автоматлаштириш ва бошқарув (Сув хўжалигида), 5860100-Хаётий фаолият хавфсизлиги, 5580700-Гидротехника қурилиши, 5340200-Менежмент (Сув хўжалигида), 5340100-Иқтисодиёт (Сув хўжалигида), 51409000-Қасб таълими (Сув хўжалиги ва мелиорация) таълим йўналишлари бўйича тахсил олаётган талабалар учун мўлжалланган. Бундан ташқари, ўқув қўлланмадан гидравлик лойиҳалар ва ҳисобларни бажарувчи барча мутахассислар ҳам фойдаланишлари мумкин.

Такризчилар:

М.Р.Бокиев – Тошкент ирригация ва мелиорация институтининг «Гидротехника иншоотлари қурилиши» кафедраси мудири, техника фанлари доктори, профессор;
Э.Ж.Махмудов - Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси «Сув Муаммолари» институти директори, техника фанлари доктори, профессор;

КИРИШ

Суюкликнинг нисбий тинч ва ҳаракат конунларини ўрганувчи ва бу конуниятларни кишилиқ жамиятининг фаолиятида қўллаш учун услубиятлар яратувчи “Гидравлика” фанини ўзлаштириш жараёнида ўзига хос босқичлар мавжуддир. Талабадан ўзининг эгаллаган назарий билимларини мустаҳкамлаш, турли гидротехник иншоотлар, сугориш тизимлари, машинасозлик ва авиасозлик саноатида қўлланиладиган инженерлик масалаларини ечишда маълум амалий қўникмаларни ҳосил қилиб, уларни талаб даражасида ишлата билиш талаб қилинади. Суюкликнинг тинч ҳолати ҳамда суюқлик оқими ҳаракатида рўй берадиган қўпгина гидравлик жараёнларни кузатиб, уларни ўрганиш ҳам бўлажак инженер гидротехниклар, гидромелиораторлар ва суюқликлар механикаси билан ўз фаолиятида дуч келадиган бошқа соҳа мутахассислари учун факат фойдадан ҳоли эмаслигини назарда тутган ҳолда муаллифлар ушбу ўқув қўлланмани яратишни ўз олдларига мақсад қилиб қўйдилар.

Ушбу ўқув қўлланма Тошкент ирригация ва мелиорация институтининг “Гидравлика” кафедраси профессор-ўқитувчилари – Д.Р.Бозоров, Р.М.Каримов ва Ж.С.Казбековлар томонидан ёзилган «Гидравлика асослари» (Тошкент, 2001 й.), проф. Д.Р.Бозоров, Р.М.Каримов, Ж.С.Казбеков ва С.Қ.Хидировлар томонидан ёзилган «Очик ўзанлар гидравликаси» (Тошкент, 2001 й.) ва «Гидравлика» (Тошкент, 2003 й.) ўқув қўлланмалари учун амалий илова ҳисобланиб, унга И.А.Андревская ва бошқалар томонидан 1964 йилда ёзилган «Задачник по гидравлике» ўқув қўлланмаси асос қилиб олинган.

Ўқув қўлланмани босмага тайёрлашда Ўзбекистон Республикаси «Сув Муаммолари» институти директори, техника фанлари доктори, профессор Э.Ж.Махмудовга, мазкур институтнинг «Гидротехника иншоотлари қурилиши» кафедраси мудири, Ўзбекистон Республикасида хизмат кўрсатган ирригатор, техника фанлари доктори, профессор М.Р.Бокиевга беғараз маслаҳатлари хизматлари учун муаллифлар ўзларининг самимий миннатдорчиликларини билдирадилар.

Ўқув қўлланма 13 бобдан иборат бўлиб, мантикий кетма-кетликда “Гидравлика” фанининг барча асосий масалалари, тажриба машғулотлари ва ҳисоблашда қўлланиладиган керакли материаллар, жадваллар ва графиклар кўринишида келтирилган.

Бундан ташқари, амалий қўникмаларни мустаҳкамлаш мақсадида талаба томонидан мустақил бажариладиган топшириқларни ва курс лойиҳасини бажаришга доир амалий кўрсатмалар берилган.

Ушбу ўқув қўлланма ўзбек тилида биринчи маротаба нашр қилинаётганлиги сабабли табиийки, у баъзи бир камчиликлардан ҳоли эмас. Шунинг учун келажакда ўқув қўлланма сифатини ошириш учун сиз билдирадиган эътироз ва таклифларингиз учун муаллифлар олдиндан ўз миннатдорчиликларини билдирадилар.

Ўз таклифларингизни қуйидаги манзилга юборишингизни сўраймиз:

Тошкент шаҳри, академик Қорн Ниёзний кўчаси, 39-уй,
Тошкент ирригация ва мелиорация институти
«Гидравлика» кафедраси

ГИДРАВЛИКА ФАНИДАН МАШҚЛАР ТЎПЛАМИ

I боб. ГИДРОСТАТИКА

Тинч ҳолатдаги суюқлик босими. Тинч ҳолатдаги суюқликнинг мувозанат тенгламаси (Эйлер тенгламаси)нинг дифференциал шаклдаги кўриниши қуйидагича:

$$dp = \rho(\phi_x dx + \phi_y dy + \phi_z dz), \quad (1.1)$$

бунда ϕ_x , ϕ_y ва ϕ_z – бирлик массага нисбатан олинган ҳажмий кучлар проекциялари,

ρ – суюқлик зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Суюқликнинг зичлиги деб, ҳажм бирлигидаги суюқлик массасига ёки суюқлик массасининг унинг ҳажмига бўлган нисбатига айтилади.

$$\rho = \frac{M}{V}$$

бунда, M – суюқлик массаси;

V – суюқлик ҳажми;

ρ – зичлик.

Солиштирма оғирлик:

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

Ҳажм бирлигидаги суюқлик оғирлигига ёки суюқлик оғирлигини унинг ҳажмига бўлган нисбатига солиштирма оғирлик ёки ҳажм оғирлиги деб аталади

$$G = Mg = \gamma V$$

Бизга маълумки,

$$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{Mg}{V} = \rho g$$

бунда, g – jismlarнинг эркин тутиш тезланиши.

бундан қуйидаги ифодага эга бўлишимиз мумкин:

$$\rho = \frac{\gamma}{g}; \quad \gamma = \rho g$$

ρ ва γ ўлчов бирликлари:

$$\rho = \left[\frac{M^3}{L} \right]; \quad \gamma = \left[\frac{F}{L^3} \right] = \left[\frac{M}{T^2 L^2} \right]$$

бунда, M , L , F , T – масса, узунлик, куч ва вақт.

$$M \rightarrow \text{кг} = \frac{H \cdot c^2}{M}; L \rightarrow M; F \rightarrow H; \kappa H; T \rightarrow c$$

демак:

$$\gamma = \frac{H}{M^3} = \frac{\kappa c^2}{M^2 c^2}$$

Тоза дистилланган сув зичлигининг ҳароратга боғлиқ равишда ўзгариши
1.1-жадвал

t, °C	0	2	4	6	8	10	20	30	40	60
ρ , кг/м ³	999,87	999,97	1000	999,97	999,88	999,70	998,20	995,70	992,20	983,20

Сикилувчанлик — суюкликларнинг ташки кучлари таъсирида ҳажмининг камайишидир. Бу ҳолат сикилувчанлик коэффиценти, β_c (M^2/H) билан белгиланади.

$$\beta_c = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dp}$$

формуладаги минус ҳажм босимининг ортиши билан суюклик камайишини кўрсатади.

Суюклик массаси ўзгармаган ҳолда,

$$\beta_c = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dp}$$

Ҳажм сикилувчанлик коэффиценти β_c тесқари қиймати суюкликларнинг эластиклик модули — $E_{\text{ж}}$ ҳарфи билан белгиланади.

$$E_{\text{ж}} = \frac{1}{\beta_c}$$

$$E_{\text{ж}} = \rho \frac{dp}{d\rho}$$

бундан,

$$\frac{dp}{\rho} = \frac{dp}{E_{\text{ж}}}$$

Гук қонунини ифодалайди ва у ҳарорат 0° дан 20° гача ва босим 20 атмосфера бўлганда чучук сув (дистилланган сув)нинг ўртача ҳажм сикилиш коэффицентига тенг. Суюкликларнинг сикилиш имконияти жуда кичик бўлганлиги сабабли, гидравликанинг амалий масалалари

ечилганда улар ҳисобга олинмайди ва уларни амалда сиқилмайдиган деб қаралади.

Суюқликларнинг ёпишқоқлиги деб, суюқлик бир қатламини иккинчи қатламига нисбатан силжиганда кўрсатадиган қаршилиikka айтилади. Ёки суюқлик ҳаракатида қатламлардаги ишқаланиш кучига ёпишқоқлик кучи деб аталади.

И.Ньютон 1687 йилда қуйидаги гипотезани айтади, яъни, суюқлик қатламлари ҳаракат давомида ишқаланганда ички ишқаланиш кучи қуйидагига тенг:

$$T = \mu \omega \frac{du}{dh}$$

бунда, T – қатламлардаги ишқаланиш кучи;

ω – қатлам ишқаланиш юзаси;

$\frac{du}{dh}$ – тезлик градиенти, сирпаниш тезлиги;

μ – ишқаланиш ёпишқоқлик динамик коэффиценти.

Н.П.Петров 1876-1920 йиллари Ньютон гипотезасини тасдиқлади.

$$\mu = \frac{T}{\omega \frac{du}{dh}} = \frac{\tau}{\frac{du}{dh}}$$

бунда, τ – ишқаланиш кучланиши.

μ – ўлчов бирлиги қуйидагича:

$$\mu = \frac{M}{LT}; \quad \frac{Hc}{M^2}; \quad \frac{Kz}{M \cdot c} \quad \text{ёки} \quad \frac{z}{cmc} = \text{пуаз}$$

Ҳар хил ҳароратдаги сув учун μ қийматлари

1.2-жадвал

$t, ^\circ C$	0	10	20	30
$\mu, 10^4 \text{ Па} \cdot \text{с}$	17,92	13,04	10,01	8,00

Гидравлика фанини ўрганишда динамик ёпишқоқлик коэффиценти билан бир қаторда кинематик ёпишқоқлик коэффиценти ҳам фойдаланилади:

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

Бу қатталиқ ўзида узунлик, вақт, кинематик қийматларни

муҳассамлаштиради. Унинг ўлчов бирлиги: $[\nu] = \frac{L^2}{T}; \quad \frac{M^2}{c}; \quad \frac{cm^2}{c} = \text{стокс}.$

Амалий тажрибалар кўрсатишича, суюкликнинг ёпишқоклиги суюклик турига ва унинг хароратига боғлиқ. Харорат кўтарилиши билан суюкликларнинг ёпишқоклиги камаяди. Суюкликларнинг кинематик ёпишқоклик коэффиценти куйидаги жадвалларда келтирилган.

1.3-жадвал

$T, ^\circ\text{C}$	$\nu, 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$	$T, ^\circ\text{C}$	$\nu, 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$
0	0,0179	18	0,0106
2	0,0167	20	0,0101
4	0,0157	25	0,0090
6	0,0147	30	0,0080
8	0,0139	35	0,0072
10	0,0131	40	0,0065
12	0,0124	45	0,0060
14	0,0118	50	0,0055
16	0,0112	60	0,0048

1.4-жадвал

Суюклик	$t, ^\circ\text{C}$	$\nu, 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$	Суюклик	$t, ^\circ\text{C}$	$\nu, 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$
Сифатли сут	20	0,0174	АМГ-10 мойи	50	0,1
Сув	18	600	Нефть:		
Керосин	15	0,027	енгил	18	0,25
Мазут	18	20,0	огир	18	1,40
Сувсиз глицерин	20	11,89	Симоб	15	0,0011

Суюкликларнинг ёпишқоклик коэффиценти вискозиметр ёрдамида ўлчанади.

Гидростатиканинг асосий тенгламаси:

$$z + \frac{p}{\gamma} = \text{const}, \quad (1.2)$$

бунда z – геометрик баландлик, ихтиёрий танлаб олинган горизонтал таккослаш текислигидан тинч ҳолатдаги суюкликнинг кўрилатган чуқурлигида жойлашган нуктасигача бўлган масофа;

p – шу нуктадаги гидростатик босим;

γ – суюкликнинг солиштирма огирлиги.

Нуктадаги гидростатик босим куйидаги ифода ёрдамида аникланади:

$$p = p_0 + \gamma h, \quad (1.3)$$

бунда p_0 – суюклик сатҳидаги ташки босим;

h – нуктанинг жойлашиш чуқурлиги.

Гидростатик босим ўлчов бирликлари:

$$[p] = \text{Н/м}^2, [\gamma] = \text{Н/м}^3.$$

Оддий сувнинг солиштирма оғирлиги 4°C ли дистилланган сувнинг оғирлигидан кўп фарк қилмайди ва қуйидагича ҳисобланади:

$$\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3 = 9,81 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^3 = 9810 \text{ Н/м}^3.$$

Гидростатик босим шартли равишда суюклик устуни баландлиги билан p/γ берилган бўлиши мумкин. Бизга асосий дарсликда (1) келтирилган маълумотлардан маълумки суюкликнинг ихтиёрий чуқурлигидаги босим ҳисобига суюкликнинг найча орқали қўтарилиш баландлиги **напор** деб аталади. Бу катталиқ гидростатик босимдан фарқли ўларок узунлик ўлчов бирликлари ўлчанади: мм.симоб устуни, метр сув устуни.

Қўпинча амалиётда суюклик эркин сирти атмосфера билан туташганлиги сабабли, ташки босим атмосфера босимига тенг, $p_0 = p_{\text{ат}}$ деб қабул қилинади.

Бу босим катталиги

$$p_{\text{ат}} = 1 \text{ кг/см}^2 = 9,81 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^2 \approx 10 \text{ м сув.уст.} \approx 735 \text{ мм симоб.уст.}$$

техник атмосфера деб аталади.

Бир техник атмосферага тенг босим 10 м баландликдаги сув устуни босимига эквивалент.

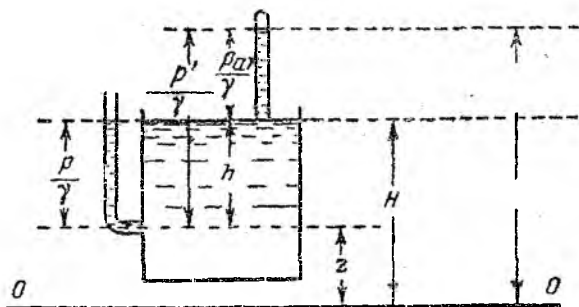
$$\frac{p_{\text{ат}}}{\gamma} = \frac{9,81 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2}{9810 \text{ Н/м}^3} = 10 \text{ м сув.ус.}$$

(1.3) тенгламадан аниқланган гидростатик босим **тўлиқ ёки абсолют босим** деб аталади. Бу босимни p' деб белгилаймиз. Одатда гидротехник ҳисобларда тўлиқ босим билан эмас, балки, **манометрик босим** деб аталувчи атмосфера босимидан юқори бўлган босим p_m билан ҳисоблар олиб борилади.

$$p_m = p' - p_{\text{ат}}.$$

Агар абсолют босим атмосфера босимидан кам бўлса, бундай муҳит **вакуум** дейилади. Бу муҳитдаги атмосфера босимидан фарқни кўрсатувчи босим **вакууметрик босим** деб аталади:

$$p_{\text{вак}} = p_{\text{ат}} - p.$$



1.1-рasm.

$z + \frac{p'}{\gamma}$ бу йиғинди тўлиқ гидростатик напор катталигини беради.

$$H_{\text{тул}} = z + \frac{p'}{\gamma}.$$

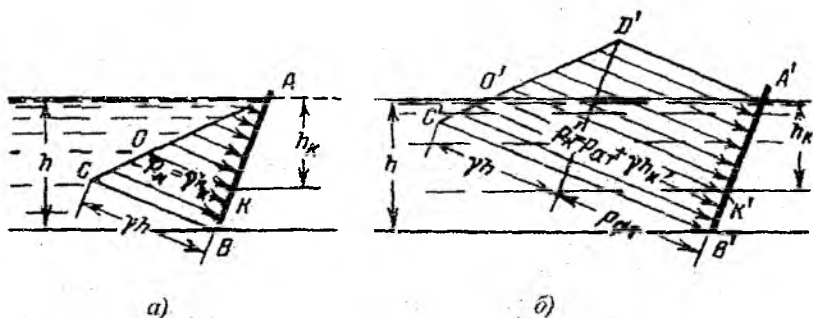
$z + \frac{p}{\gamma}$ йиғинди атмосфера босимини $p_{\text{ат}}/\gamma$ хисобга олмай гидростатик напор H ни ифодалайди

$$H = z + \frac{p}{\gamma}.$$

1.1-рasmда тўлиқ гидростатик напор ва гидростатик напорлари эркин сирт атмосфера босими остида бўлган хол учун кўрсатилган $p_0 = p_{\text{ат}}$.

Юзанинг ҳар бир нуктасига таъсир қилувчи гидростатик босим йўналиши ва микдори ўзгаришини кўрсатувчи график тасвири **гидростатик босим эпюраси** деб аталади.

Эпюрани куриш учун гидростатик босимнинг ҳар бир нуктадаги катталиги таъсир этаётган юзага тик йўналишда маълум бир масштаб асосида қўйилади. Масалан, манометрик босим эпюраси текис қия ҳолатда AB , ABC учбурчак ҳосил қилади (1.2, а-рasm).



1.2-расм.

Тулик гидростатик босим эпюраси эса — трапедия $A'B'C'D'$ (1.2, б-расм)

1.2, а-расмда эпюранинг ҳар бир кесмаси (масалан OK) K нуктадаги манометрик босимни кўрсатади $p_K = \gamma h_K$, 1.2, б-расмда эса тулик гидростатик босим $p'_K = p_{ат} + \gamma h_K$.

Суюкликнинг нисбий тинч ҳолати. Суюклик тўлдирилган оғзи очик идиш вертикал ўқи атрофида ω қия тезликда айланыпти (1.3-расм) $dp = 0$, $F_x = \omega^2 x$, $F_y = \omega^2 y$, $F_z = -g$ бўлганда босимга тенг юза тенгламаси (1.1) ифодадан топилади ва қуйидаги кўринишга эга:

$$\frac{1}{2} \omega^2 r^2 - gz = C,$$

бунда, $r^2 = x^2 + y^2$;

x , y , z — ҳамма нуктадаги координатлар, масалан M ; r — OZ ўқдан кўрилайётган нуктагача бўлган масофа;

C — доимий ихтиёрий катталиқ.

Тенглама шуни кўрсатадики, C нинг турли қийматлари билан бир биридан фарк қилувчи айланма параболаондлар.

Эркин сирт тенгламаси $z = z_{эрк}$ бўлганда, ($p_0 = p_{ат}$),

$$\frac{\omega^2 r^2}{2g} - (z_{эрк} - z_0) = 0 \text{ ёки } z_{эрк} - z_0 = h' = \frac{\omega^2 r^2}{2g}, \quad (1.4)$$

бунда z_0 — эркин сиртда жойлашган энг паст нукта координатаси.

Суюкликнинг исталган нуктасидаги масалан M нуктадаги гидростатик босим қуйидаги тенгламадан топилади:

$$p' = p_{ат} + \gamma(z_0 - z) + \gamma \frac{\omega^2 r^2}{2g} = p_{ат} + \gamma(z_0 - z) + \gamma h' = p_{ат} + \gamma h, \quad (1.5)$$

бунда p_{am} – очик идиш учун атмосфера босими (умумий ҳол учун p_{am} урнига p_0 ташки босимни киритиш керак);

z – суюқлик ичида олинган ис-
талган нукта координатаси;
 h – эркин сиртдан ўлчанган, ис-
талган нукта чуқиш
чуқурлиги, $h = h' + (z_0 - z)$.

1.3-расмда суюқлик ичида олинган M ва M' икки нукта учун z , $z_0 - z$, h' , h ва r ифода-лар кўрсатилган.

Горизонтал ясси текис-ликда суюқлик босим кучи. Го-ризонтал ясси текисликда суюқлик босим кучи гидростатик босимни юзага ω кўпайтмасига тенг.

$$P_{\text{тул}} = (p_0 + \gamma h)\omega, \quad (1.6)$$

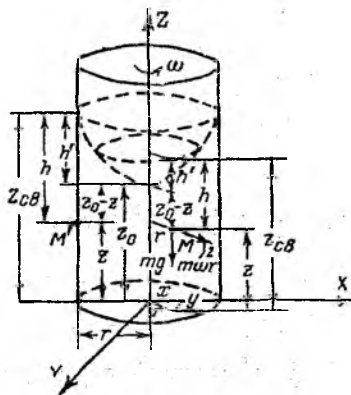
бунда $P_{\text{тул}}$ – ташки босим ҳисобга олингандаги босим кучи; h – берилган горизонтал сирт оғирлик чуқурлиги.

Манометрик босим кучи, ташки босим (1.6) тенгламада атмосфера босимига тенг $p_0 = p_{am}$ бўлган шароитда куйидаги тенгламадан аниқланади:

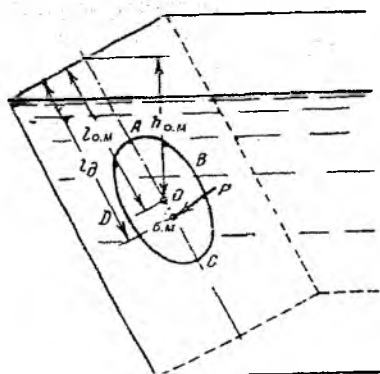
$$P = \gamma h \omega. \quad (1.7)$$

Суюқлик босим кучи ва ихтиёрий текис девордаги босим марка-зи. Текис девордаги суюқликнинг босим кучини аналитик (гидростатик босим эпюраси ёрдамида) ва графоаналитик усул билан ҳисоблаш мумкин. Босим маркази, тенг таъсир этувчи босим кучи нуктаси – шу икки усул билан аниқланади:

Амалиётда бу кучнинг катталигини, таъсир чизиги вазиятини ва йуналишини аниқлашнинг икки хил усули мавжуд:



1.3-расм.



1.4-расм.

1. *Аналитик усул.* $ABCD$ текис сиртдаги тўлиқ босим кучи (1.4-расм) куйидаги ифода орқали ҳисобланади:

$$P_{\text{тул}} = p_0 \omega + \gamma h_{\text{о.м.}} \omega, \quad (1.8)$$

бунда ω — $ABCD$ текис сирт ҳўлланган сирт юзаси;

γ — суюкликнинг солиштирма оғирлиги;

$h_{\text{о.м.}}$ — ҳўлланган юза оғирлик маркази чуқурлиги.

Манометрик босим кучи $p_0 = p_{\text{ат}}$ бўлганда куйидаги тенгламадан топилади:

$$P = \gamma h_{\text{о.м.}} \omega. \quad (1.9)$$

AC нисбий ўқиға симметрик, $ABCD$ текис сирт учун манометрик босим (босим маркази)га тенг таъсир этувчи кучнинг таъсир чизиги ўтадиган ва унинг куйилиш нуқтаси деб аталувчи вазият (1.10) ёки (1.11) ифодалар ёрдамида аниқланади:

$$l_{\text{с}} = \frac{J}{\omega l_{\text{о.м.}}}; \quad (1.10)$$

$$l_{\text{с}} = l_{\text{о.м.}} + \frac{J_0}{\omega l_{\text{о.м.}}}. \quad (1.11)$$

бунда $l_{\text{с}}$ — эркин сиртдан босим марказигача бўлган масофа (девор нишаблигини ҳисобга олган ҳолда);

$l_{\text{о.м.}}$ — эркин сиртдан ҳўлланган юза оғирлик марказигача бўлган масофа (девор нишаблигини ҳисобга олган ҳолда);

J — суюклик сатҳига нисбатан ҳўлланган юза инерция моменти;

J_0 — эркин суюклик сатҳига параллел бўлган ҳўлланган юза маркази (0 нуқтадан) дан ўтувчи ҳўлланган юза инерция моменти.

Босим маркази (1.4-расм) AC симметрия ўқида жойлашган. (1.11) ифодадан кўриниб турибдики, босим маркази доим $J/\omega l_{\text{о.м.}}$ катталиқда оғирлик марказидан пастда жойлашган.

2. *Графоаналитик усул.* Ясси деворда босим кучини аниқлаш учун гидростатик босим эпюрасини куриш керак. Шунда босим кучи гидростатик босим эпюраси юзаси Ω билан девор қалинлиги b нинг кўпайтмасига тенг

$$P = \Omega b. \quad (1.12)$$

Чуқурлик h ўзгариши билан девор қалинлиги ўзгармаган ($b = \text{const}$) ҳолдагина ифода тўғри ҳисобланади. Агар (1.12) ифодадаги Ω юза ўрнига манометрик босим эпюрасини қўйсақ, P манометрик босим кучини ҳосил қиламиз, агар тўлиқ гидростатик босим эпюраси юзасини қўйсақ $P_{\text{тул}}$ кучини ҳосил қиламиз. Босим марказини топиш учун эпюранинг оғирлик марказини аниқлаш керак. Ҳосил бўлган марказдан кўрилаётган сиртга перпендикуляр ҳолда у билан кесишгунча чизик ўтказилди ва шу нуқтадан

эркин сиртгача бўлган масофани ўлчаймиз. Шу масофа босим марказигача бўлган масофани беради.

Эгри чизикли цилиндрик сиртларда суюкликларнинг босим кучи. Координата ўқлари системасини шундай танлаб оламизки, бунда (1.5-расм) AB цилиндрик сирт OY ўқига горизонтал ва параллел бўлсин.

Кўрилатган ҳолда цилиндрик сиртга текис таъсир қилувчи суюклик босим кучи қуйидаги ифода орқали аникланади:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2}, \quad (1.13)$$

бунда P_x — OX ўқи бўйича йўналган горизонтал ташкил қилувчи P босим кучи;

P_z — OZ ўқи бўйича йўналган вертикал ташкил қилувчи.

Манометрик босим кучи горизонтал ташкил қилувчиси қуйидаги ифода орқали топилади:

$$P_x = \gamma h'_{o.m} \omega_x \quad (1.14)$$

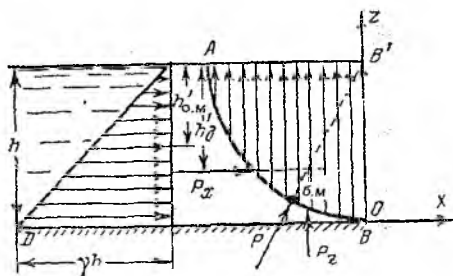
бунда ω_x — OX перпендикуляр ўқи текислигида эгри чизикли сиртнинг ZOY вертикал текисликка проекцияси. 1.5-расм учун

$$\omega_x = hb,$$

бунда b — оралик кенглиги ёки ҳосил бўлган цилиндрик сирт узунлиги;

$h'_{o.m}$ — шу проекция оғирлик марказининг ботиш чуқурлиги (1.5-расм).

P_x куч юқорида кўрсатилган графоаналитик усул билан ҳам топилади.

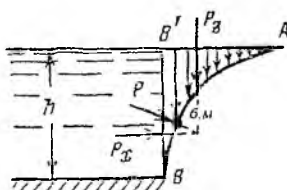


1.5-расм.

Манометрик босим кучи вертикал ташкил қилувчиси қуйидаги ифодадан ҳисобланади:

$$P_z = \gamma W = G_g \quad (1.15)$$

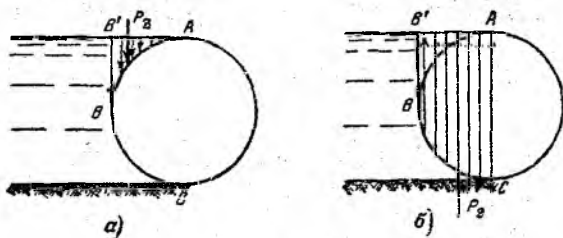
бунда W — “босим танаси” деб аталувчи ҳажм — эгри чизикли сирт билан эркин сирт ва вертикал проекцияловчи текисликдаги унинг проекцияси (кўрилатган ҳолда факат битта BB' чизик билан кўрсатилган вертикал проекцияловчи текислик бор). Иккинчи проекцияловчи текислик 1.5-расм учун таълуқли эмас, чунки цилиндрик сиртнинг юқориги нуктаси



1.6-расм.

эркин сирт билан тўғри келади; G_s – босим танаси оғирлиги.

Вертикал ташкил қилувчи куч P_z юқорига йўналган бўлиши мумкин, чунки сув цилиндрик сиртни сиқиб чиқаришга ҳаркат қилади. Бу ҳолда босим танаси сув билан тўлдирилмаган бўлиб, у манфий ҳисобланади (1.5 расм). P_z куч пастга йўналган бўлиши мумкин (1.6 расм). Бу ҳолда сув цилиндрик сиртни юқоридан пастга қараб босади ва босим танаси сув билан тўлган бўлади. Баъзи ҳолларда цилиндрик сирт, масалан ABC сиртга (1.7-расм), бир вақтнинг ўзида ташқарига қараб сувнинг таъсири кузатилади, вертикал ташкил қилувчи юқорига йўналган (1.7, б-расм), сув босим кучи ҳам, вертикал ташкил қилувчиси пастга йўналган (1.7, а-расм).



1.7-расм.

Вертикал ташкил қилувчи босим танаси ҳажми оғирлик марказидан ўтади. Горизонтал ташкил қилувчи куч босим маркази (1.10) ва (1.11) тенгламалар ёрдамида аниқланади.

Тенг таъсир қилувчи босим кучининг таъсир йўналиши қуйидагича топилади:

$$\text{tg}(P, X) = \frac{P_z}{P_x}, \quad (1.16)$$

ва

$$\text{tg}(P, Z) = \frac{P_x}{P_z}. \quad (1.17)$$

Тенг таъсир қилувчи куч P – P_x ва P_z чизиклари кесишган нуктасидан ҳамда цилиндрик сиртнинг эгрилик нуктасидан ўтади.

Эгри чизикдаги босим маркази деб, тенг таъсир қилувчининг таъсир чизиғи эгри чизикли сиртни кесиб ўтган нуктага айтилади. Аниқ мисоллар учун босим маркази координатларини топиш машқларини ечиш давомида батафсил қўрилади.

Жисмнинг сузиш ва муаллақлиги. Жисм сузиш шarti қуйидаги тенгликда қўрилади

$$G = P, \quad (1.18)$$

бунда G – жисм оғирлиги; P – Архимед кучи, жисм ботиб турган ҳолдаги натижавий суюқликнинг босим кучи.

P кучни қуйидаги ифодадан топиш мумкин:

$$P = \gamma W \quad (1.19)$$

бунда γ — суюкликнинг солиштирма оғирлиги; W — жисм сиқиб чиқарган суюклик ҳажми ёки сув сифими

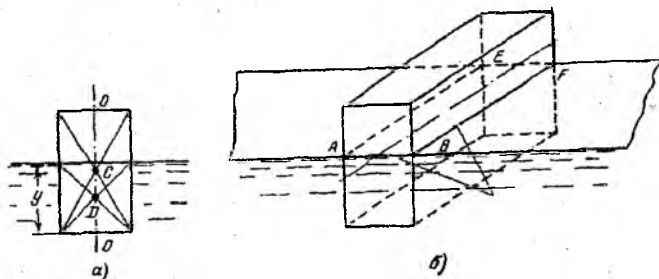
P куч юқорига йўналган ва сув сифими оғирлик марказидан ўтади.

Хўлланган сиртнинг энг паст нуктага ботиш чуқурлигига *жисмнинг чуқиши* (y) дейилади (1.8, а-расм).

Сузиш ўқи деганда, C оғирлик марказидан ва мувозанат ҳолатида жисмни нормал ҳолатини таъминлайдиган D сув сифимидан ўтган чизик тушунилади (1.8, а-расм).

Ватер чизик деб, сузиб юрган жисм сиртини суюкликнинг эркин сирти билан кесишган чизиғига (сувга ботиш чизиғига) айтилади (1.8, б-расм). $ABEF$ сузувчи текислик деб, жисм эркин сиртининг суюклик билан кесишишидан ҳосил бўлган текислик, ёки бошқача айтганда, ватер чизик билан чегараланган текисликка айтилади. Жисмни сузиш шартларининг бажарилишидан ташқари жисмнинг устиворлик (сувда оғмай устивор туриши) шартларини қониқтириши керак.

G оғирлик кучи оғишга ва Архимед кучи P — оғишни йўқотишга ҳаракат қилиб, жисмни ўз ҳолига келтиришга ҳаракат қиладиган момент ҳосил қилса — жисм устивор бўлади.



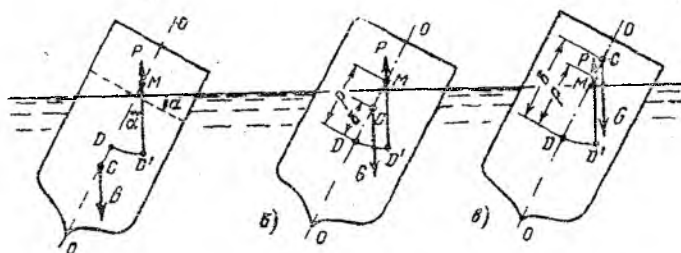
1.8-расм.

Жисм сув сиртида сузганда (1.9-расм) сув сифими маркази кичик бурчакли оғишда ($\alpha < 15^\circ$) сузиш ўқи билан P таъсир кучи чизиғининг кесишган нуктасидан ўтган баъзи ёйда ўз ўрнини ўзгартиради. Бу нукта *метанарказ* (метацинтр) деб аталади (1.9-расмда M нукта).

Энди кичик бурчакли оғишда, жисмнинг сув юзида сузишидаги устиворлик шартини кўриб чиқамиз.

Агар C жисмнинг оғирлик маркази сув сифими марказидан пастда ётса, унда сузиш сўзсиз устивор бўлади (1.9, а-расм). Агар C жисмнинг оғирлик маркази D сув сифими марказидан юқорида ётса, унда сузиш факат қуйидаги шарт бажарилганда устивор бўлади (1.9, б-расм):

$$\rho > \delta, \quad (1.20)$$



1.9-расм.

бунда ρ – метомарказ радиуси, метамарказ ва сув сифими орасидаги масофа;

δ – C жисм оғирлик маркази билан D сув сифими маркази орасидаги масофа.

Метомарказий радиус ρ қуйидаги ифодадан топилади:

$$\rho = \frac{J_0}{W}, \quad (1.21)$$

бунда J_0 – бўйлама ўқга тегишли ватер чизик билан чегараланган C сузиш текислиги ёки юзасининг инерция моменти (1.8, б-расм); W – сув сифими.

Агар C жисмнинг оғирлик маркази метамарказ ва сув сифими марказидан юқорида жойлашган бўлса, унда жисм устивор эмас; бунда пайдо бўлган икки G ва P кучлар оғишни оширишга ҳаракат қилади (1.9, в-расм).

ТИНЧ ҲОЛАТДАГИ СУҮЮҚЛИК БОСИМИ

1.1-манж.

50°C ҳароратли сув $\gamma = 988 \text{ кг/см}^3$ солиштирма оғирликка эга.

Унинг нисбий оғирлиги δ ва зичлиги ρ аниқлансин.

Ҳисоблаш:

1. Сувнинг нисбий оғирлиги ҳарорати $t = 50^\circ\text{C}$ ва $t = 4^\circ\text{C}$ бўлгандаги солиштирма оғирликлар нисбати билан аниқланади:

$$\delta = \frac{\gamma_{50^\circ\text{C}}}{\gamma_{4^\circ\text{C}}} = 0,988$$

2. Зичлик юқорида келтирилган формула асосида аниқланади:

$$\rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{988}{9,81} = 100,7 \text{ кг} \cdot \text{сек}^2 / \text{м}^4$$

1.2-машқ.

Сувга тўлдирилган идиш тубидаги тўлиқ гидростатик босимни топинг. Идиш копоқсиз бўлганлиги учун суюқлик сатҳидаги босим атмосфера босимига тенг деб қабул килинг. Идишдаги сувнинг чуқурлиги $h = 0,60 \text{ м}$.

Ҳисобни бажариш: 1) МКГСС системасида, 2) халқаро бирликлар системасида (СИ), 3) системадан ташқари механик бирликларда.

Ҳисоблаш: Бу ҳолатда $p_0 = p_{\text{атм}}$, шунинг учун (1.3) ифодадан фойдаланамиз.

$$p' = p_{\text{атм}} + \gamma h.$$

Тўлиқ босим:

1. МКГСС техник системасида

$$p_{\text{атм}} = 10000 \text{ кг} / \text{м}^2; \gamma = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3,$$

$$p' = 10000 + 1000 \cdot 0,60 = 10600 \text{ кг} / \text{м}^2.$$

2. Халқаро бирликлар системасида (СИ)

$$\text{а) } p_{\text{атм}} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Н} / \text{м}^2; \gamma = 9810 \text{ Н} / \text{м}^3,$$

$$p' = 9,81 \cdot 10^4 + 9810 \cdot 0,60 = 103986 \text{ Н} / \text{м}^2$$

$$\text{б) } p_{\text{атм}} = 98,1 \text{ кН} / \text{м}^2; \gamma = 9,81 \text{ кН} / \text{м}^3,$$

$$p' = 98,1 + 9,81 \cdot 0,60 = 103,986 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

3. Системадан ташқари механик бирликларда

$$p_{\text{атм}} = 1 \text{ кг} / \text{см}^2 = 1 \text{ ат}; \gamma = 0,001 \text{ кг} / \text{см}^3,$$

$$p' = 1 + 0,001 \cdot 60 = 1,06 \text{ кг} / \text{см}^2 = 1,06 \text{ ат}.$$

1.3-машқ.

Ушбу машкнинг шартини бажариш учун идиш тубидаги манометрик босимни шу системаларда аниқлансин.

$$\text{Жавоб: 1) } p = 600 \text{ кг} / \text{м}^2; \text{ 2, а) } p = 5866 \text{ Н} / \text{м}^2; \text{ 2, б)}$$

$$p = 5,866 \text{ кН} / \text{м}^2;$$

$$3) p = 0,06 \text{ кг} / \text{см}^2 = 0,06 \text{ ат}.$$

1.4-машқ

Нефтнинг ёпишқоклиги Эйлер асбобида аниқланган бўлиб, $8,5^0 \text{ Е}$ га тенг. Кинематик ёпишқоклик коэффициентини қуйидаги формула асосида аниқлаб, нефтнинг динамик ёпишқоклик коэффициентини техник ўлчов бирликларда аниқланг. Нефтнинг солиштирма оғирлиги юқоридаги жадваллардан аниқлансин.

Ҳисоблаш:

$$1. \gamma_n = 850 \text{ кГ/м}^3$$

$$2. \gamma = 0,0731^0 \text{ E} - \frac{0,0631}{0 \text{ E}} \text{ см}^2 / \text{сек} = 0,0731^0 \text{ E} - \frac{0,0631}{8,5} = 0,614 \text{ см}^2 / \text{сек} = 0,614 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 / \text{сек}$$

3. Нефтнинг зичлигини аниқлаймиз:

$$\rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{850}{9,81} = 86,7 \text{ кГ} \cdot \text{сек}^2 / \text{м}^4$$

4. Динамик ёпишқоқлик коэффициентини аниқлаймиз:

$$\mu = \nu \rho = 0,614 \cdot 10^{-4} \cdot 86,7 = 0,00532 \text{ кГ} \cdot \text{сек} / \text{м}^2$$

1.5-машқ.

Пьезометр ўрнатилган ёпиқ идишдаги сув устуни баландлигини аниқланг. Идишдаги сув абсолют босимида. Идишнинг суюқлик сатҳидаги босим $p'_1 = 1,06 \text{ ат}$ га тенг (1.10-расм).

Ҳисоблаш:

A умумий нукта учун мувозанат шартини тузамиз (1.10-расм).

Чап томондан A нуктадаги босим

$$p' = p'_1 + \gamma h_1.$$

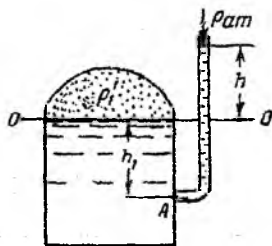
Ўнг томондаги босим

$$p' = p_{\text{ат}} + \gamma h + \gamma h_1.$$

Тенгламаларнинг ўнг томонларини тенглаштириб ва γh_1 га қисқартириб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$p'_1 = p_{\text{ат}} + \gamma h.$$

Бирор бир горизонтал текисликда жойлашган, масалан 00 такқослаш текислиги (1.10-расм) учун нукталар учун мувозанат шартини тузиб, белгиланган тенгламани ҳосил қиламиз. 00 такқослаш текислигини пьезометрдаги ҳисоб шкаласи деб белгилаймиз ва ҳосил бўлган тенгламадан h пьезометридаги сув устуни баландлигини топамиз. $h = \frac{p'_1 - p_{\text{ат}}}{\gamma}$, чунки пьезометр



1.10-расм.

суюқликнинг устун баландлигини ифодалаб, манометрик босимини ўлчайди. Машқ шартини учун:

$$p'_1 - p_{\text{ат}} = 1,06 - 1 = 0,06 \text{ ат} = 0,06 \cdot 9,81 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 5886 \text{ Н/м}^2.$$

$\gamma = 9810 \text{ Н/м}^3$ дан фойдаланиб, қуйидаги қийматни топамиз.

$$h = \frac{5886}{9810} = 0,6 \text{ м},$$

1.6-машқ.

Пьезометр кўрсаткичи $h = 0,4$ м бўлганда (1.10-расм), p'_1 босимни топинг. Манометрик босим нимага тенг?

Жавоб:

$$p'_1 = 102024 \text{ Н/м}^2 = 10400 \text{ кг/м}^2;$$

$$p_1 = 3924 \text{ Н/м}^2 = 400 \text{ кг/м}^2.$$

1.7-машқ.

Баллондаги суюқликнинг эркин сиртига таъсир этувчи босим $p'_a = 0,95 \text{ ат}$ бўлганда (1.11-расм), вакуумметрдаги сувнинг кўтарилиш баландлигини топинг. Вакуумметр қандай босимни ўлчагани гидростатиканинг асосий қонуниятидан фойдаланиб ҳисобланг.

Ҳисоблаш:

0-0 горизонтал текисликдаги мувозанат шартини тузамиз.

Вакуумметрдаги суюқлик ҳосил қилаётган гидростатик босим

$$p'_{0-0} = p'_a + \gamma h.$$

Ташқаридан таъсир қилувчи 00 таққослаш текислигидаги гидростатик босим

$$p'_{0-0} = p_{\text{ат}}.$$

Система мувозанатда бўлганда:

$$p_{\text{ат}} = p'_a + \gamma h \text{ ва } h = \frac{p_{\text{ат}} - p'_a}{\gamma},$$

яъни вакуумметр мухитдаги атмосфера босимидан кичик бўлган босим микдорини ёки сув устуни баландлиги билан ифодаланган вакуумни ўлчайди.

Ҳисоб натижасини сонларда ифодаalayмиз:

$$p_{\text{ат}} - p'_a = 1 - 0,95 = 0,05 \text{ ат} = 0,05 \cdot 9,81 \cdot 10^4 = 4905 \text{ Н/м}^2,$$

Суюқлик кўтариладиган баландлик, $\gamma = 9810 \text{ Н/м}^3$ бўлганда

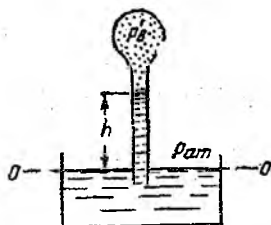
$$h = \frac{4905}{9810} = 0,5 \text{ м}.$$

1.8-машқ.

$p_{\text{вак}}$ вакуумни ва вакуумметр кўрсаткичлари $h = 0,7$ м.м. сув. уст. бўлгандаги баллон ичидаги абсолют босимни p'_a (1.11-расм) топинг.

Жавоб: $p_{\text{вак}} = 6867 \text{ Н/м}^2 = 700 \text{ кг/м}^2;$

$$p'_a = 91233 \text{ Н/м}^2 = 9300 \text{ кг/м}^2.$$



1.11-расм.

1.9-машқ.

Икки ҳол учун A баллондаги абсолют ва манометрик босимни (1.12-расм) икки ҳолат учун ҳисобланг:

1) Баллонда ва чап трубқада – сув

$$(\gamma = 9810 \text{ Н/м}^3 = 1000 \text{ кг/м}^3).$$

Ўнг трубқада эса – симоб

$$(\gamma_{\text{сим}} = 133416 \text{ Н/м}^3 = 13600 \text{ кг/м}^3).$$

2) Баллонда ва чап трубқада – ҳаво

$$(\gamma_x = 12,65 \text{ Н/м}^3 = 1,29 \text{ кг/м}^3).$$

Ўнг трубқада эса – сув.

Иккинчи ҳолда ҳисобланган манометрик босимнинг трубқадаги ҳаво устунидаги босими қанча фоизни ташкил этишини аниқланг.

Машқни ечишда $h_1 = 70 \text{ см}$, $h_2 = 50 \text{ см}$ деб қабул қилинсин.

Жавоб:

$$1) p_A = 59833 \text{ Н/м}^2 = 6100 \text{ кг/м}^2; p'_A = 157933 \text{ Н/м}^2 = 16100 \text{ кг/м}^2;$$

$$2) p_A = 4896 \text{ Н/м}^2 = 499 \text{ кг/м}^2; p'_A = 102996 \text{ Н/м}^2 = 10499 \text{ кг/м}^2.$$

Трубқадаги манометрик босимдан ҳаво устуни босими 0,18 % ни ташкил қилади, кейинчалик ҳаво устуни босимини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Шунда,

$$p_A = 4905 \text{ Н/м}^2 = 500 \text{ кг/м}^2, p'_A = 103005 \text{ Н/м}^2 = 10500 \text{ кг/м}^2.$$

1.10-машқ.

Агар A баллондаги нефтнинг манометрик босими $p_A = 0,5 \text{ ат}$, нефт устуни баландлиги эса $(\gamma_n = 7848 \text{ Н/м}^3 = 800 \text{ кг/м}^3)$ $h_1 = 55 \text{ см}$ бўлса, h_2 симоб устуни (1.12-расм) баландлиги нимага тенг?

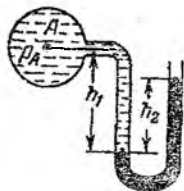
Жавоб: $h_2 = 40 \text{ см}$

1.11-машқ.

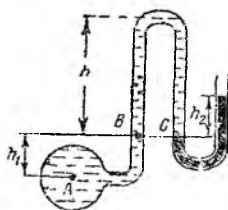
Пьезометр бўйича симоб устуни баландлиги $h_2 = 25 \text{ см}$ бўлганда қувурнинг A нуктасидаги манометрик босимни аниқланг.

Қувур маркази сув ва симоб ўртасида чегара чизиғидан пастда $h_1 = 40 \text{ см}$ да жойлашган (1.13 расм).

Ҳисоблаш: B нукта A нуктадан юқорида h_1 катталиқда жойлашгани учун B нуктадаги босимни топамиз: $p'_B = p'_A - \gamma h_1$. C нуктада босим худди



1.12-расм.



1.13-расм.

В нуктадагидек бўлади, чунки сув устуни босими h ўзаро тенглашади $p'_C = p'_B = p'_A - \gamma h_1$.

Атмосфера босимини ҳисобга олган ҳолда ўнг тарафдан С нуктадаги босимни аниқлаймиз,

$$p'_C = p_{ат} + \gamma_{сш} h_2.$$

Икки тенгламани тенглаштириб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$p'_A - \gamma h_1 = p_{ат} + \gamma_{сш} h_2;$$

бундан манометрик босим

$$p'_A - p_{ат} = \gamma_{сш} h_2 + \gamma h_1.$$

$\gamma_{сш} = 133416 \text{ Н/м}^3$ ва $\gamma = 9810 \text{ Н/м}^3$ қийматларни қўйиб, қуйидагиларни ҳосил қиламиз:

$$\begin{aligned} p'_A - p_{ат} = p_A &= 133416 \cdot 0,25 + 9810 \cdot 0,40 = 37278 \text{ Н/м}^2 = \\ &= 3800 \text{ кг/м}^2 = 0,38 \text{ кг/см}^2 \end{aligned}$$

1.12-машқ.

Агар А қувур марказининг жойлашиши 1.13-расмдаги кўрсаткичларга қараганда юқори бўлса ҳамда сув ва симоб ўртасидаги чегара чизигидан $h_1 = 40 \text{ см}$ юқорида турса, h_2 симоб устуни баландлигини аниқланг (1.13-расм). Қувурдаги манометрик босимни аввалгидек 37278 Н/м^2 ($0,38 \text{ кг/см}^2$) қабул қиламиз

Жавоб: $h_2 \approx 30,9 \text{ см}$

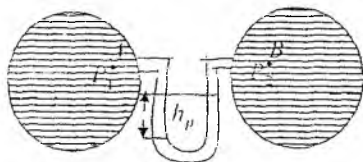
1.13-машқ.

Агар манометрик босимли қувурда $p_A = 39240 \text{ Н/м}^2$ ($0,4 \text{ кг/м}^2$) ва кўрсаткич $h = 24 \text{ см}$ бўлса, система мувозанат ҳолатида бўлганда пьезометрда симоб сатҳи қандай z баландликда бўлишини аниқланг (1.14-расм).

Жавоб: $z = 60 \text{ см}$.

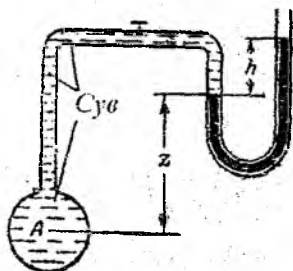
1.14-машқ.

Агар А ва В идишлар сув билан тўлдирилган бўлиб, уларга уланган дифференциал манометр $h_p = 450 \text{ мм}$ симоб фарқини кўрсатаётган бўлса, идишлар нукталаридаги P_1 ва P_2 босимлари фарқини аниқланг.

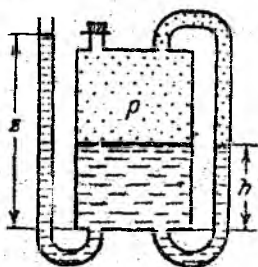


1.15-машқ

Ёпиқ идишда (1.15-расм) маълум бир босим остида мой бор. Мойнинг нисбий солиштирма оғирлиги 0,75. Мой сатҳини ўлчаш учун идишга ўнг тарафда пьезометр туширилган. Чап тарафдаги пьезометр идишдаги босимни ўлчаш учун мўлжалланган.



1.14-расм.



1.15-расм.

Топиш керак:

1) Чап пьезометрнинг кўрсаткичи $h = 80$ см бўлганда $p = 5886 \text{ Н/м}^2$ (600 кг/м^2) идишдаги максимал манометрик босимни ўлчаш учун қандай чап z пьезометр баландлигини белгилаш керак?

2) Агар шу катламда чап тараф z пьезометрнинг h кўрсаткичи 1,2 м га тенг бўлганда идишдаги абсолют босим нимага тенг?

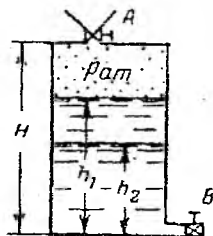
Кўрсатма. Нисбий солиштирма оғирлик деганда берилган суюқлик оғирлигининг 4°C даги худди шундай ҳажмдаги дистилланган сув оғирлигига нисбати тушунилади. Кўрилатган ҳолда $0,75 = \gamma_{\text{мой}} / \gamma$ ва $\gamma_{\text{мой}} = 0,75\gamma$.

Жавоб: 1) $z = 1,6$ м;

2) $p' = 101043 \text{ Н/м}^2 = 10300 \text{ кг/м}^2 = 1,03 \text{ кг/см}^2$

1.16-машқ

В ёпиқ жўмракли ва А очик жўмракли цилиндрик идишга, $h_1 = 50$ см баландликдаги атмосфера босими остида симоб қуйилади. Идиш баландлиги $H = 70$ см. Сўнгра А жўмрак ёпилиб, В жўмрак очилади. Симоб идишдан атмосферага чиқа бошлайди. Жараён изотермик (*isos* – тенг, бир-хил, *therme* – иссиқлик, тенг иссиқликлар чизиги) содир бўляпти деб фараз қилган ҳолда, h_2 катталик қийматини ва мувозанат ҳолатида (1.16-расм) h_2 сатҳнинг янги ҳолатида идишдаги вакуумни аниқланг.



1.16-расм.

Ҳисоблаш: Мувозанат шартини тузамиз $p' + \gamma_{\text{сим}} h_2 = p_{\text{ат}}$, бунда p' - мувозанат ҳосил қилинганда, идишдаги симоб қатлами устидаги абсолют босим. Бунда,

$$p_{\text{ат}} - p' = \gamma_{\text{сим}} h_2 \quad (1)$$

(1) тенгламада икки номаълум: p' ва h_2 . h_2 камайиши билан идишдаги симоб устидаги абсолют босим камаяди. Изотермик жараён содир бўлади деб фараз қилиб, иккинчи тенгламани тузамиз.

$$p_{\text{ат}}(H - h_1) = p'(H - h_2). \quad (2)$$

(1) тенгламадан (2) тенгламага p' кийматини қўямиз. Бундан

$$p_{\text{ат}}(H - h_1) = (p_{\text{ат}} - \gamma_{\text{сим}} h_2)(H - h_2).$$

Қискартирилгандан кейин қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\gamma_{\text{сим}} h_2^2 - (p_{\text{ат}} + \gamma_{\text{сим}} H)h_2 + p_{\text{ат}} h_1 = 0.$$

Сонли ифодаларни қўйсак:

$$133416 h_2^2 - (9,81 \cdot 10^4 + 133416 \cdot 0,7)h_2 + 9,81 \cdot 10^4 \cdot 0,5 = 0,$$

ёки $9,81 \cdot 10^3$ га қискартирилган кейин:

$$13,6 h_2^2 - 19,52 h_2 + 5 = 0.$$

Тенгламани ечишдан қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$h_2' = 1,10 \text{ м ва } h_2'' = 0,334 \text{ м}.$$

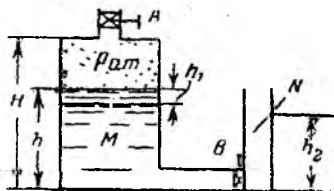
$h_2' > H$ бўлгани учун биринчи кийматни қабул қилиб бўлмайди, шунинг учун $h_2 = 0,334 \text{ м} = 33,4 \text{ см}$ қабул қиламиз.

(1) тенгламадан вакуумнинг катталигини ҳисоблаймиз:

$$p_{\text{ат}} - p' = 133416 \cdot 0,334 = 44561 \text{ Н/м}^2 = 0,454 \text{ кг/см}^2 = 0,454 \text{ ат}.$$

1.17-машқ.

B ёпик жўмракли N идиш билан туташтирилган M идишга (1.17-расм) атмосфера босими остида $h = 60 \text{ см}$ баландликда симоб қуйилади. Кейин A жўмрак ёпилиб, B жўмрак очилади. M идишдаги симоб, атмосфера босими остида N очик идишга оқа бошлайди.



1.17-расм.

Аниқлаш керак:

1) Агар чап тарафдаги идишнинг қўндаланг оқим юзаси $\Omega = 2700 \text{ см}^2$, ўнгдагисиники $\omega = 300 \text{ см}^2$ бўлганда, мувозанат ҳосил қилинганда M идишдаги сатҳ қандай h_1 баландликкача пасаяди? Идиш баландлиги $H = 90 \text{ см}$.

2) Ўнг тарафдаги идишдаги симоб қандай h_2 баландликкача қўтарилади?

3) М идишдаги p' абсолют босим нимага тенг бўлади?

Машкни ечишда жараён изотермик деб қабул қилинсин.

Жавоб: 1) $h_1 = 4,95 \text{ см}$; 2) $h_2 = 44,55 \text{ см}$;

3) $p' = 84091 \text{ Н/м}^2 = 8572 \text{ кг/м}^2$.

1.18-машқ.

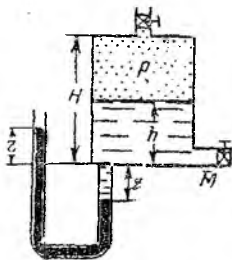
Резервуар тубига бир учи очик ва атмосфера билан U шаклдаги пьезометр уланган (1.18-расм). Резервуарга M кувурдан мой тушади ($\gamma_m = 7358 \text{ Н/м}^3 = 750 \text{ кг/м}^3$).

Бошланғич пайтда резервуарда атмосфера босими бўлган деб ҳисобга олиб, агар бошланғич ҳолат билан солиштирганда пьезометрнинг чап найидаги симоб $z = 40,15 \text{ см}$ бўлса, чап тарафи эса шунча катталиқка пасайиб, мойга жой бўшашиб берганда, резервуардаги мой устуни баландлиги h ни аниқланг. Резервуар баландлиги $H = 1,5 \text{ м}$. Жараён изотермик деб ҳисоблансин.

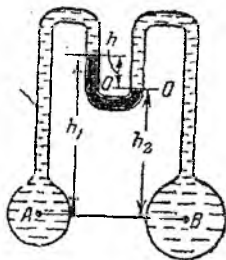
Жавоб: $h \approx 0,75 \text{ м}$.

1.19-машқ.

Дифференциал манометр ёрдамида сув билан тўлдирилган икки кувурнинг B ва A нукталардаги босимлар фарқини аниқланг. Симоб устуни баландлиги $h_1 - h_2 = h = 20 \text{ см}$. Симобнинг солиштирма оғирлиги $\gamma_{\text{сим}} = 133416 \text{ Н/м}^3 = 13600 \text{ кг/м}^3$, сувники $\gamma = 9810 \text{ Н/м}^3$ (1.19-расм).



1.18-расм.



1.19-расм.

Ҳисоблаш: Ўнг пьезометрдаги (0-0 такқослаш текислиги) сув ва симобни ажратиб турган чизикни ҳисобга олган ҳолда мувозанат шартини тузамиз.

Ўнгдаги босим $p'_{0-0} = p'_B - \gamma h_2$.

Чапдаги босим $p'_{0-0} = p'_A - \gamma h_1 + \gamma_m h$.

Икки нифодани тенглаштириб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$p'_B - p'_A = \gamma_{\text{снм}} h - \gamma(h_1 - h_2) = h(\gamma_{\text{снм}} - \gamma) = \\ = 0,20(133416 - 9810) = 2,472 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 0,252 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^2.$$

1.20-машқ.

Агар аввалги босимлар фаркида ($p'_B - p'_A = 2,472 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$) қувур маркази *A* 1.19-расмда кўрсатилганидан 34 см баландда бўлса, *B* қувур эса шу белгида қолса, олдинги машққа қараганда симоб устуни баландлиги *h* қандай жойлашади?

Жавоб: $h = 17,3 \text{ см}$.

1.21-машқ.

Дифференциал манометрда ўлчанган симоб устуни баландлиги 30 см га тенг (1.19-расм). Агар *B* ўтказгич қувур маркази, *A* нуктадан 63 см юқорида жойлашган бўлса, худди шу босимлар фаркида аникланадиган *h* устун баландлигини ҳисобланг.

Жавоб: $h = 35 \text{ см}$.

1.22-машқ.

1.20-расмда кўрсатилган схема учун *B* нуктанинг *A* нуктадан кўтарилиши $z = 15 \text{ см}$ га тенг. Ишчи суюқлик сифатида керосин қабул қилинган ($\gamma_k = 7456 \text{ Н/м}^3 = 760 \text{ кг/м}^3$).

Аниқлаш керак:

1. Асбоб кўрсаткичи $h = 85 \text{ см}$ бўлганда баллонлардаги босимлар фарқи: агар баллонларда: а) нефт ($\gamma_n = 7848 \text{ Н/м}^3 = 800 \text{ кг/м}^3$) ва б) сув.
2. Агар 1, а-холомда баллонлар маркази битта белгида жойлашса ва *h* асбоб кўрсаткичи ўз ҳолича қолганда, баллонлардаги босимлар фарқи нимага тенг бўлар эди?

Жавоб: 1. а) $p'_A - p'_B = 844 \text{ Н/м}^2 = 86 \text{ кг/м}^2$,

б) $p'_B - p'_A = 530 \text{ Н/м}^2 = 54 \text{ кг/м}^2$

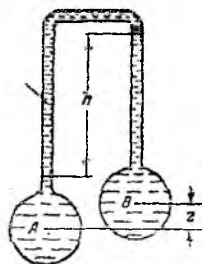
биринчи ҳолда $p'_A > p'_B$.

иккинчи ҳолда $p'_B > p'_A$;

2. $p'_B - p'_A = 334 \text{ Н/м}^2 = 34 \text{ кг/м}^2$ чунки, p'_B босим p'_A босимдан катта бўлиши мумкин эди.

1.23-машқ.

1.20-расмда берилган схема бўйича *A* ва *B* баллонлардаги босимлар фарқи $p'_A - p'_B = 844 \text{ Н/м}^2$. Баллонлар нефт ва керосин билан тўлдирилган. Уларнинг нисбий



1.20-расм.

оғирликлари ($\gamma_n = 7848 \text{ Н/м}^3$) ва ($\gamma_k = 7456 \text{ Н/м}^3$).

Агар баллонлардаги аввалги босимлар фарқида уларнинг маркази бир хил белгида топилганда, h асбоб кўрсаткичини аниқланг.

Жавоб: $h = 2,15 \text{ см}$, ўнг найдаги керосин сатҳи, чап тарафдагига қараганда паст.

СУЮҚЛИКНИНГ НИСБИЙ ТИНЧ ҲОЛАТИ

1.24-машқ.

Тепаси очик цилиндрик идишга сув қўйилган. Идишни доимий бурчак тезлигида айлантирилганда девордаги суюқлик идиш тубидан 2 м га кўтарилди. Девор йўналишини ҳисобга олган ҳолда идиш туби марказидаги ва ҳар 20 см даги, шунингдек идиш ён деворларидаги манометрик босим аниқлансин. Берилган: идиш диаметри $d = 1,20 \text{ м}$, айланишлар сони $n = 60 \text{ айл/мин}$. Энг пасайган эркин сирт нуктаси идиш тубидан қандай z_0 ораликда жойлашади?

Жавоб: $p_{r=0} = 1,253 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 0,128 \text{ кг/см}^2$;

$p_{20} = 1,331 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 0,136 \text{ кг/см}^2$;

$p_{40} = 1,569 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 0,160 \text{ кг/см}^2$;

$p_{60} = 1,962 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 0,200 \text{ кг/см}^2$; $z_0 = 1,277 \text{ м}$.

1.25-машқ.

Диаметри $d = 0,80 \text{ м}$ сув билан тўлдирилган цилиндрик идиш доимий бурчак тезлигида вертикал ўқи атрофида айланыпти.

Аниқлаш керак:

- Идиш марказидаги эркин сиртнинг энг паст нуктасидан ён девордаги суюқлик сатҳини кўтарилиши $0,90 \text{ м}$ га тенг бўлганда айланиш бурчак тезлигини ва айланишлар сонини;
- Идишнинг ён сиртида жойлашган суюқлик зарчасининг чизикли тезлигини.

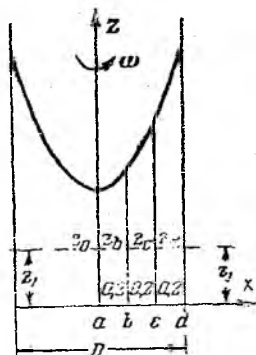
Кўрсатма. Чизикли тезлик куйидаги формуладан ҳисобланади: $u = \omega r$

Жавоб: 1) $\omega = 10,5 \text{ 1/сек}$;

$n = 100 \text{ айл/мин}$; 2) $u = 4,2 \text{ м/сек}$.

1.26-машқ.

Сув билан тўлдирилган ва доимий бурчак остидаги тезликда айланаётган, идиш



1.21-расм.

диаметри бўйича киритилган, вертикал таққослаш текислигида суюкликнинг эркин сиртини куринг (1.21-расм). Идиш диаметри $D=1,20$ м. Идишнинг бурчак тезлиги $n=70,5$ айл/мин. Туб текислигининг a нуктасида бошланган координага ўқлари b, c, d нукталар учун эркин сирт z координатларини ҳисобланг. Эркин сирт энг пастки нуктаси тубидан $z_0=0,8$ м ораликда жойлашган.

Тубдан $z_1=0,40$ м юкорида ўтган, битта горизонтал таққослаш текисликда жойлашган, суюклик қисмлари учун энг катта ва энг кичик манометрик босимларни аниқланг. a, b, c, d нукталардаги суюклик қисмлари ва чизикли тезликларни ҳисобланг.

Жавоб:

$z_b=0,91$ м; $z_c=1,24$ м; $z_d=1,8$ м; $p=3924$ Н/м² $=0,04$ кг/см² ўқда ва $p=13734$ Н/м² $=0,14$ кг/см² идишнинг ён сиртида.

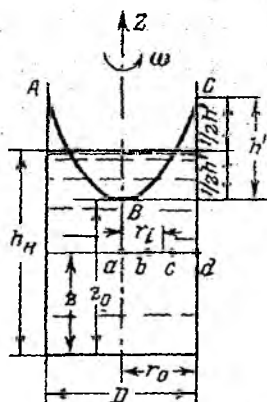
$u_a=0$; $u_b=1,48$ м/сек;

$u_c=2,95$ м/сек; $u_d=4,43$ м/сек

1.27-машқ.

$\omega=10$ 1/сек доимий бурчак тезлиги билан ҳаракатланаётган, сув билан тўлдирилган идишнинг диаметрини аниқланг, бунда девордаги сатҳлар фарқи ва суюкликнинг эркин сирти энг пастки нуктасида $0,46$ м дан ошмаган. Идишнинг ён деворларида жойлашган бўлакнинг чизикли тезлигини ҳисобланг.

Жавоб: $d=0,60$ м; $u=3$ м/сек



1.22-расм.

1.28-машқ.

Диаметри $D=60$ см бўлган цилиндр идишдаги сувнинг баландлиги $h_n=80$ см. Идиш тубидан $z=40$ см масофага узоклашган (1.22-расм) ва $r_1=0$, $r_2=10$ см, $r_3=20$ см ва $r_4=r_0=30$ см радиус атрофида жойлашган a, b, c ва d нукталар учун идишнинг ($n=90$ айл/мин) тўлиқ гидростатик босимини аниқланг.

Ҳисоблаш: Бурчак тезлигини аниқлаймиз

$$\omega = \frac{2\pi}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 90}{60} = 3,14 \cdot 3 = 9,42 \text{ 1/сек.}$$

Кейин (1.4) формуладан, марказда эркин сиртдаги энг паст ва ён девордаги энг юкори нуктаси орасидаги сатҳларнинг энг катта фарқини аниқлаймиз:

$$h' = \frac{\omega^2 r_0^2}{2g} = \frac{9,42^2 \cdot 30^2}{1962} = \frac{88,74 \cdot 900}{1962} = 40,5 \text{ см.}$$

Айланиш ўқидаги эркин сиртнинг энг кўп пасайиши, идишдаги сувнинг бошланғич сатҳи билан солиштирганда куйидагига тенг эканлигини

исботлаймиз: $h_{\text{нас}} = \frac{1}{2} h'$.

Ҳажмлар тенглигидан:

суяклик ҳажми $\pi r_0^2 h_{\text{нас}} = \pi r_0^2 h' - \text{параболоид ҳажми } V_{ABC}$. $V_{ABC} = \frac{1}{2} \pi r_0^2 h'$

бўлганда, $\pi r_0^2 h_{\text{нас}} = \pi r_0^2 h' - \frac{1}{2} \pi r_0^2 h'$, бўлса, бундан

$h_{\text{нас}} = \frac{1}{2} h' = \frac{40,5}{2} = 20,25 \text{ см.}$ Идишдаги сувнинг бошланғич сатҳидан, ён деворлардаги сатҳнинг энг кўп кўтарилиши куйидагига тенг:

$$h_{\text{кўтар}} = h' - \frac{1}{2} h' = \frac{1}{2} h' = 20,25 \text{ см.}$$

B эркин сиртнинг энг пасайган нуктаси тубидан

$z_0 = h_n - \frac{1}{2} h' = 80 - 20,25 = 59,75 \text{ см}$ масофада жойлашган. h_n

Тўлик гидростатик босимни (1.5) формуладан топамиз.

$r = 0$, бўлганда a нуктада

$$p'_{r=0} = p_{\text{атм}} + \gamma(z_0 - z) + \gamma h'_{r=0} = 9,81 \cdot 10^4 + 9810(0,5975 - 0,40) + 0 = 10,01 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 1,02 \text{ кг/см}^2.$$

$b(r_2 = 10 \text{ см})$ нуктада

$$h'_{10} = \frac{88,74}{1962} \cdot 100 = 4,5 \text{ см}$$

$$p'_{10} = 9,81 \cdot 10^4 + 9810(0,5975 - 0,40) + 9810 \cdot 0,045 = 9,81 \cdot 10^4 + 9810 \cdot 0,1975 + 9810 \cdot 0,045 = 10,04 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 1,024 \text{ кг/см}^2.$$

$c(r_3 = 20 \text{ см})$ нуктада

$$h'_{20} = \frac{88,74}{1962} \cdot 400 = 18 \text{ см};$$

$$p'_{20} = 9,81 \cdot 10^4 + 9810 \cdot 0,1975 + 9810 \cdot 0,18 = 10,18 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 1,038 \text{ кг/см}^2.$$

$d(r_4 = r_0 = 30 \text{ см})$ нуктада

$$h'_{30} = \frac{88,74}{1962} \cdot 900 = 40,5 \text{ см};$$

$$p'_{30} = 9,81 \cdot 10^4 + 9810 \cdot 0,1975 + 9810 \cdot 0,405 = 10,4 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 1,06 \text{ кг/см}^2.$$

1.29-машқ.

Радиуси $r = 20$ см ли цилиндр идиш сув билан тўлдирилган ва идиш ўқи билан мос келган вертикал ўқ ёнида доимий бурчак тезликда айланиши. Айланишлар сони $n = 150$ айл/мин.

Аниқлаш керак.

1) идиш туби $r_1 = 5$ см, $r_2 = 10$ см ва $r_3 = r_0 = 20$ см радиусли айланада жойлашган нукталардаги тўлиқ гидростатик босимни (ён деворда). Идиш туби суюқлик сатҳининг энг паст нуктасида $z_0 = 35$ см чуқурликда жойлашган.

2) Идишнинг айланишига бўлган вақтдаги сув чуқурлигини h_n ;

3) Суюқлик чайқалиб тўкилмаслиги учун, идиш қандай баландликда бўлиш керак?

Жавоб:

1) $p'_1 = 10,18 \cdot 10^4$ Н/м² = 1,038 кГ/см²; $p'_2 = 10,28 \cdot 10^4$ Н/м² = 1,048 кГ/см²; $p'_3 = 10,64 \cdot 10^4$ Н/м² = 1,085 кГ/см²; 2) $h_n = 60,1$ см; 3) идиш баландлиги 85,3 см дан баланд ёки тенг бўлиши керак.

1.30-машқ.

Диаметри 60 см ва баландлиги 80 см бўлган идишга сув куйилган. Сув чуқурлиги $h_n = 60$ см.

Аниқлаш керак:

1) Агар идиш доимий бурчак тезликда $\omega = 9$ 1/сек айланса суюқлик чайқалиб тўкиладими?

2) Энг паст эркин сирт нуктаси, тубдан қандай z_0 масофада жойлашади?

3) Идишнинг h_n ён деворларидаги суюқлик эркин сиртидаги суюқликдан қолган бўш жой 10 см га тенг бўлиши учун идишни қандай бурчак тезликда айлантириш керак?

Жавоб: 1) Йўқ, девордаги суюқлик тепасидаги суюқликдан қолган бўш жой 1,42 см; 2) $z_0 = 41,42$ см; 3) $\omega = 6,6$ 1/сек.

1.31-машқ.

Сув билан тўлдирилган ва доимий $\omega = 8,1$ 1/сек бурчак тезликда айланаётган цилиндр идиш диаметри бўйича ўтказилган вертикал таққослаш текисликда $p' = p_{\text{сирт}} = 98100$ Н/м² = 1 кГ/см².
 $p' = 100062$ Н/м² = 1,02 кГ/см², $p' = 102024$ Н/м² = 1,04 кГ/см².
 $p' = 103986$ Н/м² = 1,06 кГ/см² босимга тенг сиртни кўринг.
 $r_1 = 10$ см, $r_2 = 20$ см ва $r_3 = 30$ см га мос радиус айланада жойлашган нукталардан ўтказилган вертикаллар учун шу сиртларнинг координатларини ҳисобланг.

Маълумки, айланганда эркин сирт энг пастки нуктаси $z_0 = 0,6$ м ма-софада жойлашган. Идиш диаметри $d = 0,6$ м. Идиш тепаси очик.

А нуктадаги ($r_1 = 20$ см, $z = z_A = 53,36$ см) босим катталиги текши-рилсин.

Ҳисоблаш:

Эркин сирт тенгламаси

$$\frac{1}{2}\omega^2(x^2 + y^2) - gz = C$$

ёки

$$\frac{1}{2}\omega^2 r^2 - gz = C, \quad (1)$$

бунда $x^2 + y^2 = r^2$.

Қандай бир хил босимлар текислигини ўтказишимизга қараб, C катталикка ихтиёрий қийматлар беришимиз керак.

Масалан:

а) $p' = p_{at}$ бир хил босимлар текислиги учун (эркин сирт).

$C = C_0$ топиш учун эркин сиртнинг энг паст нуктасида $z = z_0$ $r = 0$ деб ҳисоблаймиз. У ҳолда (1) тенгламадан қуйидаги ифодани оламиз: $C = C_0 = -gz_0$.

Эркин сирт тенгламаси қуйидаги қўринишга эга бўлади:

$$\frac{1}{2}\omega^2 r^2 - gz = -gz_0,$$

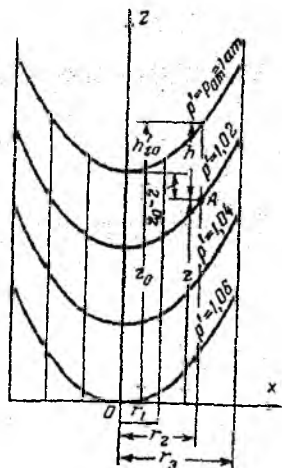
бундан

$$z = z_0 + \frac{\omega^2 r^2}{2g} \quad (2)$$

r ($r_i = 10, 20, 30$ см) га турли қийматлар бериб, (2) тенгламадан z ни топамиз. z қийматни тубдан олиб қўямиз ва $\omega = 8,1$ 1/сек доимий бурчак тезликда айланаётган суюқлик эркин сиртини ҳосил киламиз.

б) Сирт учун $p' = 100062$ Н/м² (1,02 кг/см²) босимга тенг.

$p' = p_{at} + \rho h$ бўлгани учун, h – ботиш чуқурлиги, бунда шу сиртда жойлашган исталган нукта учун $h = 1962/9810 = 0,20$ м, $p' = 100062 = 9,81 \cdot 10^4 + 9810h$. Шунда $p' = 100062$ Н/м² га тенг босим сирти энг пастки нуктаси учун z координати, $z = z_0 - h = 0,60 - 0,20 = 0,40$ м га тенг бўлади. $C = C_1$ ни топиш учун



1.23-расм.

$z = 0,40$ м бўлганда $r = 0$. Бунда (1) тенгламадан $C_1 = -0,40g$ ҳосил қиламиз. C_1 қиймати топилгандаги $p' = 100062 \text{ Н/м}^2$ босимга тенг сирт тенгламаси куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\frac{1}{2} \omega^2 r^2 - gz = -0,40g \text{ ёки } z = 0,40 + \frac{1}{2} \frac{\omega^2 r^2}{g} \quad (3)$$

r нинг турли қийматларини бериб, идиш тубидан юқорида жойлашган координаталарни ҳисоблаймиз (1.23-расм). Босимга тенг қолган сиртлар учун координатлар ҳисоби юқорида ёзилгандаги сингари бажарилади.

А нуктадаги тўлиқ босим катталигини текшириш (1.5) тенглама бўйича чиқарилади.

$$p' = p_{\text{ат}} + \gamma(z_0 - z) + \gamma h'_{20} = p_{\text{ат}} + \gamma h,$$

бунда $z_0 = 60$ см; z — кўриляётган нукта координатаси, $z = z_A = 53,36$ см

$$h'_{20} = \frac{\omega^2 r^2}{2g} = \frac{8,1^2 \cdot 20^2}{19,62} = 13,36 \text{ см}$$

h — кўриляётган нуктанинг ботиш чуқурлиги

$$h = 60 - 53,36 + 13,36 = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

А нуктадаги талаб қилинган босим:

$$p' = 9,81 \cdot 10^4 + 9810 \cdot 0,20 = 100062 \text{ Н/м}^2 = 1,02 \text{ кг/см}^2$$

ҳисоб тўғри бажарилган.

Жавоб: $p' = p_{\text{ат}}$ бўлганда, $z_{10} = 63,34$ см, $z_{20} = 73,36$ см, $z_{30} = 90,06$ см;

$$p' = 100062 \text{ Н/м}^2 = 1,02 \text{ кг/см}^2 \text{ бўлганда}$$

$$z_{10} = 43,34 \text{ см}, z_{20} = 53,36 \text{ см}, z_{30} = 70,06 \text{ см};$$

$$p' = 102024 \text{ Н/м}^2 = 1,04 \text{ кг/см}^2 \text{ бўлганда,}$$

$$z_{10} = 23,34 \text{ см}, z_{20} = 33,36 \text{ см}, z_{30} = 50,06 \text{ см};$$

$$p' = 103986 \text{ Н/м}^2 = 1,06 \text{ кг/см}^2 \text{ бўлганда,}$$

$$z_{10} = 3,34 \text{ см}, z_{20} = 13,36 \text{ см}, z_{30} = 30,06 \text{ см}.$$

ИХТИЁРИЙ ШАКЛДАГИ ТЕКИС СИРТЛАРГА СУЮҚЛИК ТОМОНИДАН ТАЪСИР ЭТАЁТГАН ГИДРОСТАТИК БОСИМ КУЧИ

1.32-машқ.

Резервуар тубида доира шаклидаги тўлиқ гидростатик босимни ва тубдаги босим кучини икки хил ҳолат учун аниқланг ($d = 1$ м):

1) резервуар сув билан тўлдирилган;

2) резервуар бензин билан тўлдирилган

$$(\gamma_{\text{с}} = 6867 \text{ Н/м}^3 = 700 \text{ кг/м}^3).$$

Тўлдирилиш чуқурлиги икки хол учун ҳам бир хил ва $h=0,9$ м. Идиш тепаси очик ва эркин сиртдаги босим атмосфера босимига тенг.

Жавоб: 1) $p' = 106929 \text{ Н/м}^2 = 10900 \text{ кг/м}^2$;

$P_{\text{мун}} = 83939 \text{ Н} = 8556,5 \text{ кг}$; 2) $p' = 104280 \text{ Н/м}^2 = 10630 \text{ кг/м}^2$;

$P_{\text{мун}} = 81855 \text{ Н} = 8344,5 \text{ кг}$.

1.33-машқ.

1.32-машқ шартлари учун манометрик босим ва резервуар тубидаги манометрик босим кучини аниқланг.

Жавоб: 1) $p^* = 8829 \text{ Н/м}^2 = 900 \text{ кг/м}^2$; $P = 6931 \text{ Н} = 706,5 \text{ кг}$;

2) $p = 6180 \text{ Н/м}^2 = 630 \text{ кг/м}^2$; $P = 4851 \text{ Н} = 494,5 \text{ кг}$.

1.34-машқ.

Сув билан тўлдирилган a , b , c ва d идишлар тубидаги манометрик босим кучини аниқланг (1.24-расм). Устун баландлиги $h=60$ см, $h_1=50$ см ва $h_2=40$ см. Идиш туби юзаси $\omega=1250 \text{ см}^2$, оқим юзаси эса $\omega_1=12,50 \text{ см}^2$.

Ҳамма ҳолатларда идиш оғирлигини ҳисобга олмаган ҳолда полга берилаётган кучни топинг.

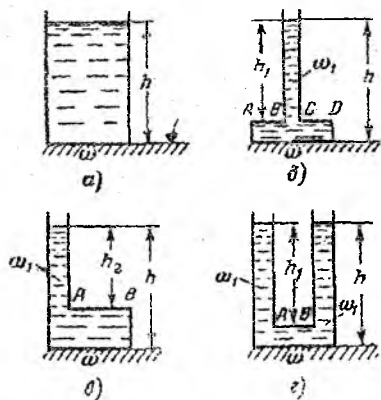
Нима учун тубга таъсир этувчи гидростатик босим кучи, идишга солинган сув оғирлиги билан ҳар доим ҳар тўғри келавермайди. AB (c ва d схемалар) ёки $ABCD$ (b) нинг қабул қилинган бир хил шаклли бўлагини билан манометрик босим кучини аниқлаб, гидростатик парадоксни тушунтиринг.

Ҳисоблаш: h чуқурлик ҳамма жойда бир хил бўлгани сабабли ҳамма идишлар учун манометрик босим бир хил бўлади, яъни

$$p = \rho h = 9810 \cdot 0,6 = 5886 \text{ Н/м}^2 = 600 \text{ кг/м}^2 = 0,06 \text{ кг/см}^2$$

Тубга таъсир этувчи манометрик босим кучи, ҳамма идишлар учун (1.7) формулага асосан бир хил бўлади, чунки юза ҳамма жойда бир хил

$$P = \rho h \omega = p \omega = 5886 \cdot 0,125 = 735,75 \text{ Н} = 75 \text{ кг}$$



1.24-расм.

* Кейинги белгиланвларда p^* манометрик босимни оддийгина p ҳарфи билан белгилаймиз. манометрик босим ҳисобига найдо бўлган кучни эса P_p дан фарқлаш учун P деб белгилаймиз.

Полга бериләтгән куч һәр хил булади, чунки, идишдаги суюклик оғирлиги һәр хил.

Полга бериләтгән кучни идиш оғирлигини хисобга олмасдан хисоблаймиз.

Схема буйича:

а) $G_a = \gamma h \omega = 5886 \cdot 0,125 = 735,75 \text{ Н} = 75 \text{ кГ};$

б) $G_b = \gamma_1 \omega_1 + \gamma(h-h_1)\omega = 9810 \cdot 0,5 \cdot 0,00125 + 9810(0,60 - 0,50) \times 0,125 = 6,131 + 122,625 = 128,756 \text{ Н} = 13,125 \text{ кГ}$

в) $G_c = \gamma_2 \omega_1 + \gamma(h-h_2)\omega = 9810 \cdot 0,4 \cdot 0,00125 + 9810(0,60 - 0,40) \times 0,125 = 4,905 + 245,25 = 250,155 \text{ Н} = 25,5 \text{ кГ}$

г) $G_d = 2\gamma_1 \omega_1 + \gamma(h-h_1)\omega = 2 \cdot 9810 \cdot 0,5 \cdot 0,00125 + 9810(0,60 - 0,50) \times 0,125 = 12,263 + 122,625 = 134,888 \text{ Н} = 13,75 \text{ кГ}$

Шу билан, биринчи *а* идишдан полга бериләтгән куч энг катта, иккинчи *б* идишдан бериләтгән куч энг кичик. Схеманинг фасон кисмидаги манометрик босимни аниклаймиз:

б) $P_\phi = \gamma_1(\omega - \omega_1) = 9810 \cdot 0,50(0,125 - 0,00125) = 606,994 \text{ Н} = 61,875 \text{ кГ}$

в) $P_\phi = \gamma_2(\omega - \omega_1) = 9810 \cdot 0,40(0,125 - 0,00125) = 485,595 \text{ Н} = 49,5 \text{ кГ}$

г) $P_\phi = \gamma_1(\omega - 2\omega_1) = 9810 \cdot 0,50(0,125 - 0,00250) = 600,862 \text{ Н} = 61,25 \text{ кГ}.$

Шундай килиб, *а* схема учун суюклик оғирлиги тубга берилгән босим кучига тенг

$$P = G_a = 735,75 \text{ Н} = 75 \text{ кГ}$$

б схема учун бир хил шаклли кисм 606,994 Н = 61,875 кГ га тенг босим кисмини кабул килади ва шунинг учун $P > G_b$, яъни суюклик тубга ўз оғирлигига нисбатан анча кўп босим беради (гидростатик парадокс).

Тулалигича полга бериләдигән куч (идиш оғирлигини хисобга олмаганда) куйидагига тенг:

б схема учун

$$P - P_\phi = 735,75 - 606,994 = 128,756 \text{ Н} = 13,125 \text{ кГ} = G_b;$$

в схема учун

$$P - P_\phi = 735,75 - 485,595 = 250,155 \text{ Н} = 25,5 \text{ кГ} = G_c;$$

г схема учун

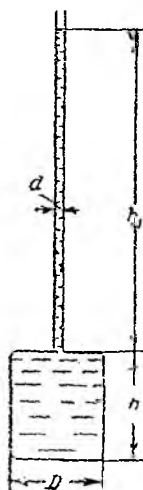
$$P - P_\phi = 735,75 - 600,862 = 134,888 \text{ Н} = 13,75 \text{ кГ} = G_d.$$

1.35-машк.

Диаметри $D = 0,60 \text{ м}$, баландлиги $0,9 \text{ м}$ пўлат бочка сув билан тўлдирилган.

Аниклаш керәк:

1) Бочка тубидаги P_1 манометрик босим кучини ва



1.25-рәсм.

полга берилаетган G_1 кучни (буш бочканинг массаси 35 кг га тенг булганда);

2) Агар копкокни тешиб, унга сув билан тўлдирилган диаметри $d=2$ см ва узунлиги $h_1=15$ м вертикал най (трубка) пайванд қилинган бўлса (1.25-расм), бочка тубидаги P_2 манометрик босим кучини;

3) Найнинг оғирлигини ҳисобга олмасдан иккинчи ҳолда полга берилаетган G_2 кучни;

4) Тепа копкокка булган P_3 манометрик босим кучини;

5) P_2 тубга таъсир этаётган манометрик босим кучи билан бочкадаги суюқликнинг оғирлик кучи ўртасидаги фарққа тенг босим кучини қаярга таъсир қилишини аниқланг?

Жавоб: 1) $P_1 = 2492 \text{ Н} = 254 \text{ кг}$; $G_1 = 2835 \text{ Н} = 298 \text{ кг}$;

2) $P_2 = 43998 \text{ Н} = 4484 \text{ кг}$; 3) $G_2 = 2881 \text{ Н} = 293,7 \text{ кг}$;

4) $P_3 = 41496 \text{ Н} = 4230 \text{ кг}$; 5) юкориги копкок.

1.36-маск.

Агар поршенга таъсир этаётган P_1 куч 44 Н га тенг булганда, идиш тубидаги манометрик босим кучини аниқланг (1.26-расм). Диаметри $d=12$ см, идишдаги сув чуқурлиги $h=40$ см, идиш туби диаметри $D=35$ см.

Ҳисоблаш: Идиш тубидаги манометрик гидростатик босим қуйидаги боғлиқликдан аниқланади

$$p = \frac{P_1}{\omega_1} + \rho h.$$

$$\text{бунда поршен юзаси } \omega_1 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 12^2}{4} = 113 \text{ см}^2 = 0,0113 \text{ м}^2;$$

$$p = \frac{44}{0,0113} + 9810 \cdot 0,40 = 3893 + 3924 = 7817 \text{ Н/м}^2 = 0,08 \text{ кг/см}^2.$$

Тубининг юзаси

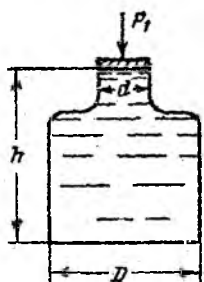
$$\Omega = \frac{3,14 \cdot 35^2}{4} = 962 \text{ см}^2 = 0,0962 \text{ м}^2$$

булганда идиш тубидаги манометрик босим кучи қуйидагича бўлади:

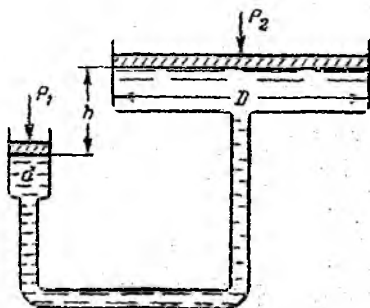
$$P = p\Omega = 7817 \cdot 0,0962 = 752 \text{ Н} \approx 77 \text{ кг}$$

1.37-маск.

1) Система мувозанат ҳолатида туриши учун қатта поршенга қандай P_2 кучни қўйиш керак (1.27-расм)? Кичик поршенга қўйилган куч $P_1=147 \text{ Н} = 15 \text{ кг}$. Қатта поршен диаметри $D=300$ мм; кичик поршенники эса $d=50$ мм. Сатҳларни фарқи $h=30$ см. найлар сув билан тўлдирилган. Поршен оғирлиги ҳисобга олинмасин.



1.26-расм.



1.27-расм.

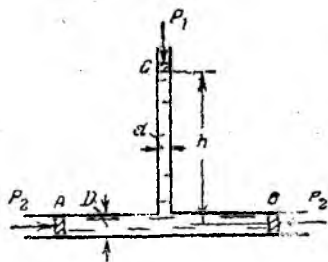
2) Сув устунининг босим кучи топилган P_2 кучдан қанча фоизини ташкил қилади?

Жавоб: 1) $P_2 = 5088 \text{ Н} = 519 \text{ кГ}$; 2) 4 %.

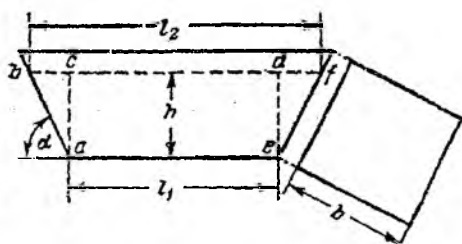
1.38-машқ.

Диаметри $D = 400 \text{ мм}$ қувур, диаметри $d = 50 \text{ мм}$ қувур билан чизмада кўрсатилгандек (1.28-расм) уланган. Сув устунини баландлиги $h = 80 \text{ см}$. Қувурларда поршенлар бор. Агар C поршенга $P_1 = 98,1 \text{ Н} = 10 \text{ кГ}$ куч таъсир қилаётган бўлса, система мувозанат ҳолатида туриши учун A ва B поршенларга қандай кучланиш қўйиш керак?

Жавоб: $P_2 \approx 7264 \text{ Н} = 740 \text{ кГ}$



1.28-расм.



1.29-расм.

1.39-машқ.

$l_1 = 5$ м ва $b = 3$ м ўлчамли резервуар (1.29-расм) $h = 2$ м чуқурликкача сув билан тўлдирилган. Тўғри бурчак шаклдаги ён деворлар горизонталга $\alpha = 60^\circ$ бурчак остида эгилган. P_1 резервуар тубидаги, P_2 вертикал олдинги девордаги ва P_3 ён девордаги манометрик босим кучини аниқланг. Резервуарнинг юкориси очик. $abef$ олд деворга босим кучи, $acde$ тўғри бурчакли девор ва икки abc ва def учбурчак девордаги босим кучидаги тенг таъсир этувчи босим кучи каби топилган бўлиши мумкинлигини кўрсатинг.

Кўрсатма. Трапециянинг оғирлик маркази катта l_2 асосдан

$$h_{o.m} = \frac{l_2 + 2l_1}{l_2 + l_1} \frac{h}{3} \text{ масофада жойлашган.}$$

$$\text{Жавоб: } P_1 = 29,43 \cdot 10^4 \text{ Н} = 30 \cdot 10^3 \text{ кГ};$$

$$P_2 = 11,31 \cdot 10^4 \text{ Н} = 11,53 \cdot 10^3 \text{ кГ};$$

$$P_3 = 6,80 \cdot 10^4 \text{ Н} = 6,93 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

1.40-машқ.

Фараз қилайлик, 1.29-расмда кўрсатилган резервуар, махсус асосда тинган, унинг ўз оғирлигини ҳисобга олмай, асосига бериладиган кучни аниқланг. Топилган кучни P_1 резервуар тубидаги босим кучи билан солиштириб, гидростатик парадоксни тушунтиринг, нима учун $P_1 < G$.

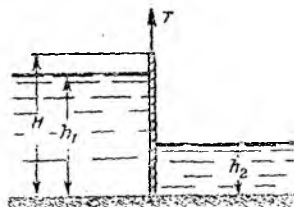
Кўрсатма. Гидростатик парадоксни тушунтириш учун P_3 босим кучининг (1.39-машқка қаранг) вертикал ташкил қилувчисини аниқлаш керак, чунки икки ён деворга қарама-қарши йўналган горизонтал ташкил қилувчи кучлар ўзаро тенгдир.

$$\text{Жавоб: } G = 36,218 \cdot 10^4 \text{ Н} = 36,92 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

1.41-машқ.

Босим марказини ва текис, тўғри бурчакли тўсикка таъсир этаётган гидростатик босим кучини аниқланг.

Юкори бьефда сув чуқурлиги $h_1 = 3$ м, пастки бьефда $h_2 = 1,2$ м. Тўсикнинг кенглиги $b = 4$ м, баландлиги $H = 3,5$ м (1.30-расм). Ҳисоб аналитик ва графоаналитик усулда олиб борилсин. Агар тўсик қалинлиги $\tau = 0,08$ м, тўсик тайёрланган материалнинг солиштирма оғирлиги



$$\gamma_T = 1,18 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3 = 1200 \text{ кГ/м}^3.$$

1.30-расм.

чукурчада тўсикнинг ишқаланиш коэффициенти $f = 0,5$.

Ҳисоблаш:

1) *Аналитик ҳисоблаш усули.*

Тўсикка манометрик босим кучини (1.9) формуладан аниқлаймиз:

$$P = \gamma h_{o.m} \omega$$

Атмосфера босимининг таъсири тўсикка ўнг ва чап томондан таъсир қилади ва ўзаро тенглашади.

Чап томондан босим кучи

$$P_1 = 9810 \cdot \frac{3}{2} \cdot 3 \cdot 4 = 176,6 \cdot 10^3 \text{ Н} = 176,6 \text{ кН} = 18 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

Ўнг томондан босим кучи

$$P_2 = 9810 \cdot \frac{1,2}{2} \cdot 1,2 \cdot 4 = 28,3 \cdot 10^3 \text{ Н} = 28,3 \text{ кН} = 2,88 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

Тенг таъсир этувчи куч ўнг ва чап тарафдан босимлар фаркига тенг, яъни $P = P_1 - P_2 = 176,6 - 28,3 = 148,3 \text{ кН} = 15,12 \cdot 10^3 \text{ кГ}$.

Юқориги бьеф эркин сиртидан чап куч босим марказигача бўлган масофани (1.10) формуладан топамиз:

$$l_{\sigma 1} = \frac{J}{\omega l_{o.m}} = \frac{bh_1^3 \cdot 2}{3bh_1h_1} = \frac{2}{3}h_1 = \frac{2}{3} \cdot 3 = 2 \text{ м}.$$

Пастки бьеф эркин сиртидан P_2 ўнг куч босим марказигача бўлган масофа:

$$l_{\sigma 2} = \frac{J}{\omega l_{o.m}} = \frac{2}{3}h_2 = \frac{2}{3} \cdot 1,2 = 0,8 \text{ м}.$$

Тенг таъсир этувчи кучнинг босим марказини топиш учун, статика тенгламасини қўллаймиз. Бу тенгламада тенг таъсир этувчи момент, ташкил этувчи кучлар моментлари йиғиндисига тенг. В нуктага нисбатан моментлар тенгламасини тузамиз ва юқориги бьеф эркин сиртидан тенг таъсир этувчи босим марказигача бўлган масофани топамиз, яъни

$$Pl_{\sigma} = P_1l_{\sigma 1} - P_2(l_{\sigma 2} + h_1 - h_2).$$

Сонли ифодаларни қўйиб, $148,3l_{\sigma} = 176,6 \cdot 2 - 28,3(0,8 + 3 - 1,2)$ ва $9,81$ га қисқартириб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

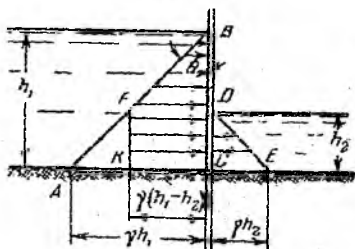
$$15,12l_{\sigma} = 18 \cdot 2 - 2,88 \cdot 2,6,$$

бундан

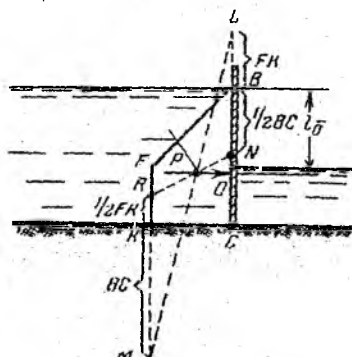
$$l_{\sigma} = \frac{36 - 7,49}{15,12} = 1,89 \text{ м}.$$

2. Графо-аналитик ҳисоблаш усули.

Тўсикка чап ва ўнг томондан таъсир этаётган гидростатик босим эпюрасини масштабда курамиз (1.31-расм).



1.31-расм.



1.32-расм.

Чап тарафдаги гидростатик босим эпюраси ABC учбурчак билан тасвирланган, ўнгдагиси эса EDC учбурчак билан. AC ва CE кесмалар γh_1 ва γh_2 га тенг мос келиб, чап ва ўнг тарафдан C нуктадаги гидростатик босимни ифодалайди. Тенг таъсир этувчи эпюра ABC ва EDC эпюралар фаркига тенг ва $KFBC$ трапеция шаклида ҳосил бўлади.

Эпюра ёрдамида чап тарафдан босим кучини аниқлаймиз:

$$P_1 = F_{ABC} b = \frac{1}{2} \gamma h_1^2 b = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot 3^2 \cdot 4 = 176,6 \text{ кН} = 18 \cdot 10^3 \text{ кг},$$

бунда, F_{ABC} — ABC эпюра юзаси; b — тўсик кенглиги.

Ўнгдан босим кучи

$$P_2 = F_{EDC} b = \frac{1}{2} \gamma h_2^2 b = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot 1,2^2 \cdot 4 = 28,3 \text{ кН} = 2,88 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Тенг таъсир этувчи куч

$$P = F_{KFBC} b = \frac{h_1 + h_2}{2} \gamma (h_1 - h_2) b = \frac{3 + 1,2}{2} \cdot 9,81 (3 - 1,2) 4 = 148,3 \text{ кН} = 15,12 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

P_1 босим кучи эпюранинг оғирлик марказидан ўтади (ABC учбурчак); шундай қилиб, P_1 кучнинг босим маркази, юқориги бьеф эркин сиртидан $\frac{2}{3} h_1$ масофада жойлашади. Чап кучнинг босим маркази пастки бьеф эркин сиртидан $\frac{2}{3} h_2$ масофада жойлашади (P_2 куч EDC учбурчакнинг оғирлик марказидан ўтади).

Тенг таъсир этувчи босим марказини топиш учун *KFBC* трапециянинг оғирлик марказини топиш зарур. 1.32-расмда кўриниб турган график усулдан фойдаланамиз. Тўсикка перпендикуляр ҳолда *P* кучни оғирлик маркази орқали ўтказамиз. Юқориги бьеф эркин сиртидан, *P* кучнинг тўсик билан (0 нукта) кесишган нуктасигача бўлган масофани ўлчаб, l_a^* ни ҳосил қиламиз.

Бошланғич *T* кўтариш кучланишни қуйидаги ифодадан топамиз:

$$T = G + Pf,$$

бунда *G* – тўсик оғирлиги.

Бошланғич кўтариш кучланишни аниқлашда Архимед кучини ҳисобга олмаймиз, чунки у бошланғич кўтариш моментда бўлмайди.

Тўсик оғирлиги

$$G = \gamma_{\text{т}} H t b = 1,18 \cdot 10^4 \cdot 3,5 \cdot 0,08 \cdot 4 = 1,32 \cdot 10^4 \text{ Н} = 1,34 \cdot 10^3 \text{ кГ}$$

$$T = 1,32 \cdot 10^4 + 0,5 \cdot 14,83 \cdot 10^4 = 8,73 \cdot 10^4 \text{ Н} = 87,3 \text{ кН} = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кГ}$$

1.42-машқ.

Пастки ва юқориги бьеф сатхлари фарқи Қоровултепа тўғони учун 16 м, Тўпаланг тўғони учун 62,5 м ва Чорбоғ тўғони учун 120 м. Сув чуқурлигини тахминан 8 м га тенг тўғондан пастда қабул қилиб, юқориги бьеф тарафдан тўғонни вертикал чегарасига келаётган 1 м тўғон кенглиги учун гидростатик босим кучини ва шу кучнинг қўйилиш нуктасини аниқланг.

$$\text{Жавоб: 1) } 1825 \text{ кН} = 288 \cdot 10^3 \text{ кГ}, l_{a1} = 16 \text{ м};$$

$$2) 24378 \text{ кН} = 2485 \cdot 10^3 \text{ кГ}, l_{a2} = 47 \text{ м};$$

$$3) 80364 \text{ кН} = 8192 \cdot 10^3 \text{ кГ}, l_{a3} = 85,3 \text{ м}.$$

* Аниқ натижани олиш учун босим энворасини катта масштабда кўриш керак..

1.43-машқ.

Эгилган тўғрибурчакли тўсикқа таъсир этаётган гидростатик босим кучини ва босим марказини аниқланг. Тўсик кенлиги $b = 4$ м, тўсик олдидаги чуқурлик $h_1 = 3$ м, кейин $h_2 = 1,2$ м. Горизонтга нисбатан тўсикнинг эгилиш бурчаги $\alpha = 60^\circ$, $h = 0,80$ м, $l = 0,92$ м.

Кўтаришганда тўсик O шарнир атрофида айланади.

Тортилиш кучи тўсик текислигига перпендикуляр (1.33-расм) ёки $\beta = 30^\circ$ бурчак остида (1.34-расм) таъсир қилса, қандай ҳолда T кўтарилиш кучланиши кам бўлади? Икки ҳол учун кўтариш кучланишини аниқланг. Ҳисобда шарнир тебраниши ҳисобга олинмасин. Тўсик оғирлиги $G = 19,62$ кН $= 2000$ кгГ.

Кўрсатма. Кўтарилиш кучланишини аниқлаш учун O шарнирга тегишли ҳамма кучлар моментлари тенгласини тузиш керак.

Жавоб:

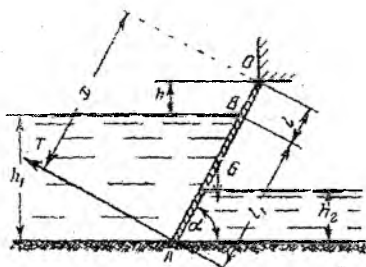
$$P = 171,1 \text{ кН} = 17,44 \cdot 10^3 \text{ кгГ};$$

$$l_0 = 2,18 \text{ м}, T_1 = 1381 \text{ кН} = 14,08 \cdot 10^3 \text{ кгГ}$$

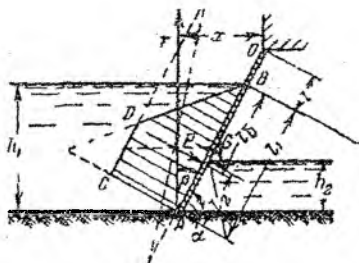
$$T_2 = 276,2 \text{ кН} = 28,16 \cdot 10^3 \text{ кгГ}.$$

1.44-машқ.

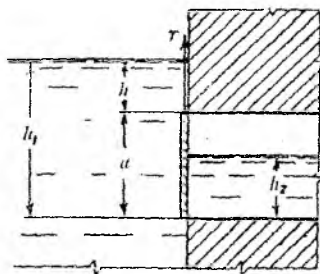
Туннельга кириш $3 \times 3 \times 0,08$ м ўлчамли ($\gamma_s = 11,8$ кН/м³) квадрат тўсик билан берkitилган. Тўсикни юқори қиргоғи тепасидаги сув чуқурлиги $h = 1,40$ м ($h_1 = 4,4$ м), туннельдаги чуқурлик эса $h_2 = 1,8$ м (1.35-расм). Ёриқларда ишқаланиш коэффициентини $f = 0,5$.



1.33-расм.



1.34-расм.



1.35-расм.

Аниқлаш керак.

1) P тенг таъсир этувчи босим кучини (туннелда атмосфера босими деб ҳисоблаб).

2) l_0 босим марказини.

3) T кўтариш кучланишни.

Жавоб: 1) $P = 20,84 \cdot 10^4 \text{ Н} = 208,4 \text{ кН} = 21,24 \cdot 10^3 \text{ кГ}$;

2) $l_0 = 3,01 \text{ м}$, юқориги бьеф қирқилган жойидан ҳисоблаганда.

3) $T = 10,55 \cdot 10^4 \text{ Н} = 105,5 \text{ кН} = 10,76 \cdot 10^3 \text{ кГ}$.

1.45-машқ.

Кенглиги 1 м текис тўсикқа таъсир этаётган гидростатик босим кучини ва босим марказини аниқланг. Берилган: $h_1 = 5 \text{ м}$, $h_2 = 1,2 \text{ м}$, $h_3 = 3 \text{ м}$. Горизонтга нисбатан тўсикнинг эгилиш бурчаги $\alpha = 45^\circ$. Тўсикнинг икки тарафидан эркин сиртга таъсир қилаётган босим атмосфера босими (1.36-расм).

Ҳисоблаш: (1.9) формула орқали чапдан босим кучини аниқлаймиз:

$$P_1 = \gamma h_{0.м} \omega_1 = \gamma \left(h + \frac{h_1 - h}{2} \right) l_1 b = 9,81 \frac{3+5}{2} \cdot 2,83 \cdot 1 = 111 \text{ кН} = 11,32 \cdot 10^3 \text{ кГ},$$

бунда

$$l_1 = \frac{h_1 - h}{\sin \alpha} = \frac{(5-3) \cdot 2}{\sqrt{2}} = 2,83 \text{ м}.$$

Ўнгдан босим кучини аниқлаймиз:

$$P_2 = \gamma h_{0.н} \omega_2 = \gamma \frac{h_2}{2} l_2 b = 9,81 \frac{1,2}{2} \cdot 1,70 \cdot 1 = 10 \text{ кН} = 1,02 \cdot 10^3 \text{ кГ};$$

$$l_2 = \frac{h_2}{\sin \alpha} = \frac{1,2 \cdot 2}{\sqrt{2}} \approx 1,7 \text{ м}.$$

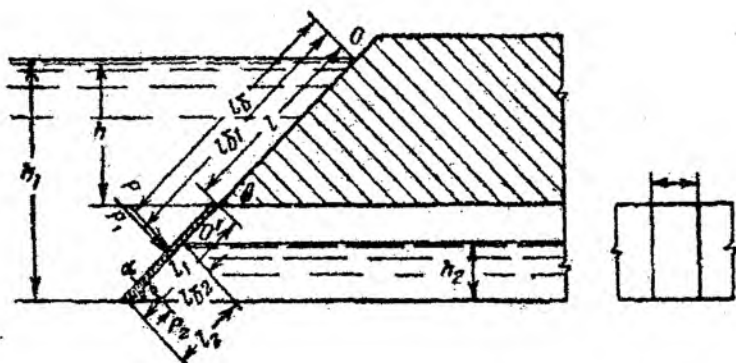
Тенг таъсир этувчи босим кучи

$$P = P_1 - P_2 = 111 - 10 = 101 \text{ кН} = 10,3 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

0 нуктадан P_1 чап кучгача бўлган l_{01} масофани (1.11) формула орқали аниқлаймиз:

$$\begin{aligned} l_{01} = l_{0.м} + \frac{J_0}{\omega_1 l_{0.м}} &= l + \frac{l_1}{2} + \frac{b l_1^3}{12 b l_1 \left(l + \frac{l_1}{2} \right)} = l + \frac{l_1}{2} + \frac{l_1^2}{12 \left(l + \frac{l_1}{2} \right)} = \\ &= 4,24 + \frac{2,83}{2} + \frac{2,83^2}{12(4,24 + 1,415)} \approx 5,77 \text{ м}, \end{aligned}$$

$$\text{бунда } l = \frac{h}{\sin 45^\circ} = \frac{3 \cdot 2}{\sqrt{2}} \approx 4,24 \text{ м}.$$



1.36-расм.

Пастки бьеф эркин сирти (O' нукта)дан l_{62} масофа:

$$l_{62} = \frac{2}{3} l_2 = \frac{2}{3} 1,70 \approx 1,13 \text{ м}$$

Тенг таъсир этувчи босим марказини аниқлаш учун O нуктага нисбатан моментлар тенгламасини тузамиз:

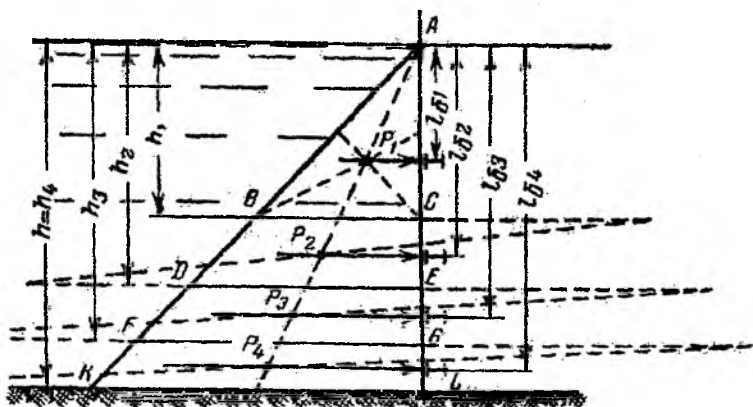
$$Pl_6 = P_1 l_{61} - P_2 [l + (l_1 - l_2) + l_{62}]$$

бундан

$$l_6 = \frac{P_1 l_{61} - P_2 (l + l_1 - l_2 + l_{62})}{P} = \frac{111 \cdot 5,77 - 10(4,24 + 2,83 - 1,70 + 1,13)}{101} \approx 5,7 \text{ м.}$$

1.46-машқ.

Тик тўсик олдидаги сув чуқурлиги $h=6 \text{ м}$ (1.37-расм). Тўрт горизонтал ригелни шундай жойлаштириш талаб қилинадики, ҳар бир ригелга бир хил P_1 гидростатик босим кучи тўғри келиб, ригелларга ясси тўсик қопламаси орқали ўтказилиши лозим. Ҳисобни тўсикнинг 1 м кенглигида бажаринг. Машқни графоаналитик усулда ечинг ва эркин сиртдаги ҳар бир ригелгача бўлган қизмадаги масофани аналитик усулда (1.11) формула бўйича текширинг.



1.37-расм.

Ҳисоблаш: Гидростатик босим эюрасини тузиб, (1.12) формула асосида тўсиқнинг 1 м кенглигидаги гидростатик босим кучини аниқланг.

$$P = Fb \frac{1}{2} \gamma h^2 b = \frac{1}{2} 9,81 \cdot 6^2 \cdot 1 = 176,58 \text{ кН} = 18 \cdot 10^2 \text{ кг}.$$

Ҳар бир ригелга куйидаги куч таъсир қилади

$$P_1 = \frac{P}{n} = \frac{176,58}{4} = 44,145 \text{ кН} = 4,5 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Эпюрани тенг бўлақларга бўлиб, ригелдан тепада жойлашган эпюранинг эркин сиртдан пастки чегарасигача бўлган масофани аниқлаймиз.

Биринчи ригел учун:

$$P_1 = F_1 b = \frac{1}{2} \gamma h_1^2 b = \frac{P}{n} = \frac{\gamma h^2 b}{2n},$$

бунда n – ригеллар сони; бундан

$$h_1 = h \sqrt{\frac{1}{n}}.$$

Иккита устки ригел учун:

$$2P_1 = \frac{1}{2} \gamma h_2^2 b = 2 \frac{P}{n} = \frac{2}{n} \frac{1}{2} \gamma h^2 b,$$

бунда $h_2 = h \sqrt{\frac{2}{n}}.$

Натижада учта ригел учун:

$$h_3 = h \sqrt{\frac{3}{n}}.$$

Тўртта ригел учун:

$$h_4 = h \sqrt{\frac{4}{n}}$$

$n = 4$ бўлганда

$$h_1 = 6 \sqrt{\frac{1}{4}} = 3 \text{ м}; \quad h_2 = 6 \sqrt{\frac{2}{4}} = 4,242 \text{ м}; \quad h_3 = 6 \sqrt{\frac{3}{4}} = 5,196 \text{ м}; \quad h_4 = 6 \text{ м} = h.$$

ABC , $BCDE$, $DEFG$, $FGKL$ эпюраларнинг оғирлик марказини график усулда аниқлаймиз ва масофасини куйидаги шаклда ўлчаймиз: $l_{\delta 1} = 2 \text{ м}$, $l_{\delta 2} = 3,65 \text{ м}$, $l_{\delta 3} = 4,74 \text{ м}$, $l_{\delta 4} = 5,6 \text{ м}$.

Аниқланган масофаларни аналитик усулда текшираемиз. Биринчи ригел учун

$$l_{\delta 1} = \frac{2}{3} h_1 = \frac{2}{3} \cdot 3 = 2 \text{ м}.$$

Иккинчи ригел учун P_2 кучи CE тўсиғининг бўлак қисмидаги босимнинг марказига қуйилган, шунинг учун

$$l_{\delta 2} = l_{o.m} + \frac{J_o}{\omega l_{o.m}} = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{2} + \frac{b(h_2 - h_1)^2 2}{12b(h_2 - h_1)(2h_1 + h_2 - h_1)} = 3 + \frac{1,242}{2} + \frac{1,242^2}{6(3 + 4,242)} = 3,656 \text{ м}.$$

Учинчи ригел учун:

$$l_{\delta 3} = h_2 + \frac{h_3 - h_2}{2} + \frac{(h_3 - h_2)^2}{6(h_2 + h_3)} = 4,242 + \frac{5,196 - 4,242}{2} + \frac{0,954^2}{6 \cdot 9,438} = 4,735 \text{ м}.$$

Тўртинчи ригел учун:

$$l_{\delta 4} = 5,598 + 0,009 = 5,607 \text{ м}.$$

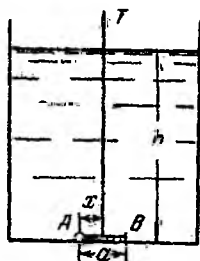
1.47-машқ.

Резервуарнинг тубидаги тешикни тўғрибурчакли $a \times b = 0,5 \times 0,6 \text{ м}$ ўлчамдаги клапан қоплаб турибди. Клапаннинг оғирлиги $G = 12 \text{ кГ}$. Резервуардаги сувнинг чуқурлиги $h = 2 \text{ м}$. Клапан A ўқи атрофида шарнирли айланиши мумкин (1.38-расм).

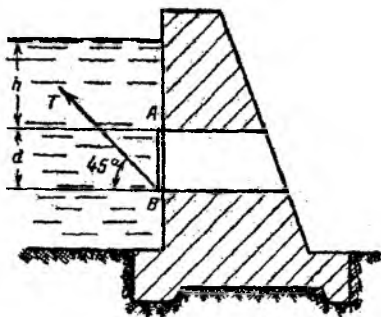
Қуйидагиларни аниқланг:

- 1) Тросни шарнирдан қайси x масофада маҳкамласа, кўтарилишда T нинг энг кам кучи сарфланади?
- 2) Кучнинг қиймати қанча?
- 3) Агар трос клапаннинг ўртасида ($x = 0,25 \text{ м}$) маҳкамланса, T кучнинг катталиги нечага тенг бўларди? Ишқаланиш ҳисобга олинмасин.

Жавоб: 1) Шарнирдан $0,5 \text{ м}$ масофада B нуктасига тросни маҳкамлаш лозим; 2) $T = 3002 \text{ Н} = 306 \text{ кГ}$; 3) $T = 6004 \text{ Н} = 612 \text{ кГ}$.



1.38-расм.



1.39-расм.

1.48-машқ.

Кувур тубини қоплаб турган $d = 2$ м диаметрдаги доирасимон ясси тўсикнинг пастки қисмига маҳкамланган тросни тортганда T кучни аниқланг. Тўсик A шарнири атрофида айланиши мумкин. Тўсикнинг устки қисмидаги сувнинг чуқурлиги $h = 3$ м (1.39-расм). Трос горизонт томонга 45° бурчак остида йўналтирилган.

Ҳисоблаш: Босим кучини (1.9) формула орқали аниқлаймиз:

$$P = 123,2 \text{ кН} = 12,56 \cdot 10^3 \text{ кг}.$$

$J_0 = \pi d^4 / 64$ ва $l_{a.m} = 4$ м; $l_6 = 4,06$ м (1.11) формула орқали босим марказини аниқлаймиз.

A шарнирига нисбатан куйидаги тенгламани тузамиз:

$$Td \sin 45^\circ - P(l_6 - h) = 0,$$

бундан

$$T = \frac{P(l_6 - h)}{d \sin 45^\circ} = \frac{123,2 \cdot 1,06 \cdot 2}{2\sqrt{2}} = 92,4 \text{ кН} = 9,42 \cdot 10^3 \text{ кг}.$$

Шундан келиб чиқадики, троснинг тортиш кучи $T = 92,4$ кН га тенг.

1.49-машқ.

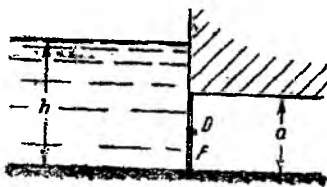
$a = 2$ м томонли квадрат кесим тўсикнинг марказидан ўтиб, θ горизонтал ўқ атрофида айланиши мумкин. Тўсикни ёпиш учун сув чуқурлиги $h = 3,2$ м (1.40-расм) бўлганда, тўсикнинг пастки қисмига ишлатилган F кучини топинг. Тўсикнинг ўнг томонида ҳаво бор. Ишқаланиш ҳисобга олинмасин.

Жавоб: $F = 13$ кН $= 1,33 \cdot 10^3$ кг.

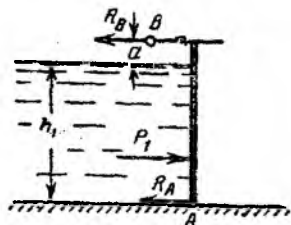
1.50-машқ.

$b = 2$ м кенглигидаги тўғрибурчакли ясси тўсиқ илгаклар билан илиниб турибди, пастки қисмида эса горизонтал ўқ бўйлаб иншоот туби билан шарнирли бириккан.

Устки бьефдаги сув чуқурлиги $h_1 = 3$ м, $a = 0,5$ м (1.41-расм). R_A шарниридаги реакцияни ва R_B илгакдаги гидростатик босимдан ҳосил бўлган реакцияни икки ҳолда аниқланг:



1.40-расм.



1.41-расм.

- 1) Сувнинг пастки бьефида сув йўқ пайтида;
- 2) Сув чуқурлиги 1,5 м бўлганда.

Ҳисоблаш: Биринчи ҳол.

Босим марказини ва тўсиқнинг чап томонидаги гидростатик босим кучини аниқлаймиз

$$\omega = bh_1 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ м}^2;$$

$$P_1 = \gamma_{\text{с.м}} \omega = 9,81 \cdot 1,5 \cdot 6 = 88,3 \text{ кН} = 9 \cdot 10^3 \text{ кГ};$$

$$l_{\text{с1}} = \frac{2}{3} h_1 = \frac{2}{3} \cdot 3 = 2 \text{ м}.$$

A илгакларнинг реакциясини аниқлаш учун:
 $P_1(h_1 - l_{\text{с1}}) - R_B(h_1 + 0,5) = 0$ шарнирига нисбий тенглама тузамиз, шундан

$$R_B = \frac{P_1(h_1 - l_{\text{с1}})}{h_1 + 0,5} = \frac{88,3 \cdot 1}{3,5} = 25,2 \text{ кН} = 2,57 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

Шарнирдаги реакция куйидаги формуладан ҳосил бўлади.

$$P_1 = R_B + R_A \text{ ва } R_A = P_1 - R_B = 88,3 - 25,2 = 63,1 \text{ кН} = 6,43 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

Шундай қилиб, биринчи ҳолда $R_B = 25,2$ кН, $R_A = 63,1$ кН.

Иккинчи ҳол:

Чап томондаги P_1 босимининг кучи ва босим марказигача бўлган масофа биринчи ҳолдаги вазиятга ўхшаб ўзгармайди, чунки,

$$P_1 = 88,3 \text{ кН} = 9 \cdot 10^3 \text{ кГ}, \quad l_{\text{с1}} = 2 \text{ м}.$$

Ўнг томондаги босим марказини ва босим кучини аниқлаймиз.

$$\omega = 1,5 \cdot 2 = 3 \text{ м}^2;$$

$$P_2 = \gamma_{\text{о.м}} \omega = 9,81 \cdot 0,75 \cdot 3 = 22,1 \text{ кН} = 2,25 \cdot 10^3 \text{ кГ};$$

$$l_{62} = \frac{2}{3} \cdot 1,5 = 1 \text{ м.}$$

Шарнирга тегишли тенгламани тузамиз:

$$P_1(h_1 - l_{61}) - P_2(h_2 - l_{62}) - R_B(h_1 + 0,5) = 0;$$

$$R_B = \frac{P_1(h_1 - l_{61}) - P_2(h_2 - l_{62})}{h_1 + 0,5} = \frac{88,3 \cdot 1 - 22,5 \cdot 0,5}{3,5} = 22,1 \text{ кН} = 2,25 \cdot 10^3 \text{ кГ}$$

Шарнирдаги реакцияни куйидаги боғлиқликдан келтириб чиқарамиз:

$$R_B + R_A = P_1 - P_2, \text{ у ҳолда}$$

$$R_A = P_1 - P_2 - R_B = 88,3 - 22,1 - 22,1 = 44,1 \text{ кН} = 4,5 \cdot 10^3 \text{ кГ}, \text{ иккинчи ҳолда}$$

иккала реакция ҳам $R_B = 22,1 \text{ кН}$ ва $R_A = 44,1 \text{ кН}$

Текширув: R_B реакцияси кесиб ўтадиган нуктага тегишли тенглама тузамиз:

$$R_A(h_1 + 0,5) + P_2(h_1 + 0,5 - 0,5) - P_1(l_{61} + 0,5) = 0$$

$$\text{шунда } R_A = \frac{P_1(l_{61} + 0,5) - P_2 h_1}{h_1 + 0,5} = \frac{88,3 \cdot 2,5 - 22,1 \cdot 3}{3,5} = 44,1 \text{ кН} = 4,5 \cdot 10^3 \text{ кГ}$$

1.51-машқ.

Резервуар тўсиқ билан икки қисмга бўлинган. Ўнг қисмдаги сувнинг чуқурлиги $h_1 = 1,7 \text{ м}$, чап қисмдаги эса $h_2 = 1,2 \text{ м}$.

Тўсиқда $d = 0,6 \text{ м}$ диаметрда айлана тешик қурилган, унинг марказидан тубигача бўлган масофаси $0,50 \text{ м}$. Тешик ясси тўсиқ билан ёпилган ва у тешикнинг юқори нуктасига маҳкамланган бўлиб, шарнир атрофида айланиши мумкин. Тўсиқни ёпиш учун унинг устки нуктасига канча куч сарфлаш зарур?

Жавоб: $694 \text{ Н} = 70,7 \text{ кГ}$.

1.52-машқ.

Идишга сув, мой, симоб солинган. Симоб катлами баландлиги $h_1 = 20 \text{ см}$, сувники $h_2 = 60 \text{ см}$, мойники $h_3 = 1 \text{ м}$ (1.42-расм).

Манометрик босимнинг эпюрасини қуриш ва идиш тубидаги манометрик босимни ҳисобланг. Идишнинг ўнг ён томони кенглиги $b = 2 \text{ м}$ га тенг бўлганда, ўнга таъсир қиладиган босим кучини аниқланг. Мойнинг солиштира оғирлиги $\gamma_{\text{м}} = 7848 \text{ Н/м}^3 = 800 \text{ кГ/м}^3$. Ҳисобни графоаналитик усулда бажаринг.

Жавоб: $p = 40,4 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^2 = 4120 \text{ кГ/м}^2$; $P = 31,63 \text{ кН} = 3224 \text{ кГ}$

Жавоб:

$$P_{AB} = 16,6 \text{ кН} = 1,69 \cdot 10^3 \text{ кг}, l_{61} = 1 \text{ м};$$

$$P_{BC} = 73,5 \text{ кН} = 7,49 \cdot 10^3 \text{ кг},$$

$$l_{62} = 2,90 \text{ м};$$

$$P_{CD} = 184,7 \text{ кН} = 18,83 \cdot 10^3 \text{ кг},$$

$$l_{63} = 4,78 \text{ м}.$$

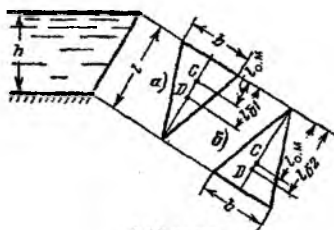
1.55-машқ.

P_1 – гидростатик босим кучини ва l_{61} – босим марказини аниқланг (1.45, а-расм). Чуқурлик $h = 0,6 \text{ м}$, $l = 0,7 \text{ м}$, $b = 0,5 \text{ м}$. Босим кучи қайси ҳолда каттароқ а ҳолдами ёки б ҳолда ва неча барабар?

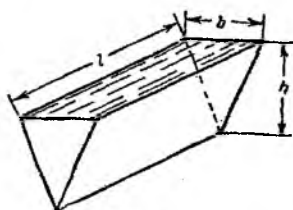
Жавоб: $P_1 = 343,35 \text{ Н} = 35 \text{ кг};$

$l_{61} = l/2 = 0,35 \text{ м};$ б ҳолда босим кучи икки маротаба каттароқ, чунки

$$P_2 = 2P_1; l_{62} = \frac{3}{4}l = 0,525 \text{ м}$$



1.45-расм.



1.46-расм.

1.56-машқ.

Агар устки қиррада сув сатҳи $h_1 = h = 0,6 \text{ м}$ бўлса, b ва l ўлчамлари юқоридагидай қолади.

Жавоб: $P_1 = \frac{1}{3} \rho g h b l = 1373 \text{ Н} = 140 \text{ кг};$ $l_{61} = 0,96 \text{ м};$ $P_2 / P_1 = 1,25$ чунки олдинги машққа қараганда кучлар муносабати камроқ, $l_{62} = 1,24 \text{ м}.$

1.57-машқ.

$l = 2,80 \text{ м}$, $b = 1,20 \text{ м}$, $h = 1,40 \text{ м}$ ўлчамдаги призматик резервуар (1.46-расм) ер чуқурлигида жойлашган. Агар резервуар ($\gamma_k = 7456 \text{ Н/м}^3 = 760 \text{ кг/м}^3$) суюқлик билан тўлдирилган бўлса, P_{61} ён томони ва P_6 ён томондаги деворларига кучнинг қўйилиш нуқталарини ва манометрик босим кучларини аниқланг.

Жавоб: $P_{61} \approx 22,3 \text{ кН} = 2,27 \cdot 10^3 \text{ кг};$ $l_{62} = 1,015 \text{ м};$

$$P_6 = 2,92 \text{ кН} = 298 \text{ кг}; l_{6.м} = 0,70 \text{ м}.$$

1.58-машқ.

Кемаларни тузатиш учун ишлатиладиган докнинг вертикал ён девори тенг ёнли трапеция шаклида бўлиб, тубида 10 м кенглигида ва сиртида 20 м . Сув чуқурлиги 9 м бўлиб, деворнинг сиртки томони бакдаги сувнинг

эркин юзаси билан тенг даражада. Деворга ва босим марказига нисбатан сувнинг манометрик босимининг максимал кучини аниқланг.

Жавоб: 1) $5297 \text{ кН} = 540 \cdot 10^3 \text{ кГ}$; 2) эркин сиртдан тахминан $5,62 \text{ м}$.

1.59-машқ.

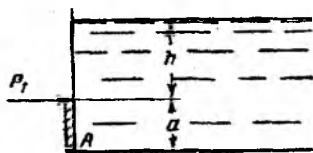
Сувни чиқариб юбориш учун ишлатиладиган $d = 1,4 \text{ м}$ диаметрдаги ярим доира шаклидаги тарнов ясси тўсиқ билан ёпилган. Сувнинг эркин сирти тўсиқнинг устки қисми билан бир даражада бўлганда, босим марказини ва тўсиққа нисбатан гидростатик босим кучини аниқланг.

Жавоб: $2,24 \text{ кН} = 228 \text{ кГ}$; тахминан $0,41 \text{ м}$.

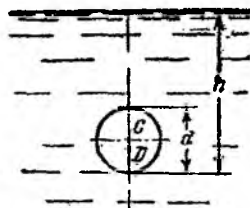
1.60-машқ.

Суюк оғир мой ($\gamma_m = 8829 \text{ Н/м}^3 = 900 \text{ кГ/м}^3$) сакланадиган резервуарнинг вертикал деворидаги баландликда тешик тузилган бўлиб, $a = 0,30 \text{ м}$ баландлигидаги тўғрибурчакли ясси тўсиқ билан ёпилган. Мойнинг сатҳи тўсиқнинг устки қиррасидан $h = 0,5 \text{ м}$ юкорида жойлашган. Тўсиқ A шарнир атрофида айланмоқда (1.47-расм). Тўсиқнинг кенглигини аниқланг. Тўсиқнинг ёпилишида тўсиқнинг устки қиррасига солинган куч 157 Н (16 кГ) дан ошмаслиги лозим.

Жавоб: Тахминан $0,20 \text{ м}$.



1.47-расм.



1.48-расм.

1.61-машқ.

C оғирлик маркази ва D оғирлик маркази ўртасидаги вертикал бўйича ўлчанган масофа $\frac{1}{32}d$, $\frac{1}{16}d$, $\frac{1}{8}d$, $\frac{1}{4}d$ тенгламасини ташкил қилиши учун $d = 0,8 \text{ м}$ диаметрли (1.48-расм) доирасимон ясси тўсиқнинг қуйи қиррасини қандай чуқурликка тушириш лозим?

Жавоб: $h = 1,5d + d = 2 \text{ м}$; $h = 0,5d + d = 1,2 \text{ м}$; $h = d = 0,8 \text{ м}$;

$$h = d - \frac{d}{4} = 0,6 \text{ м}.$$

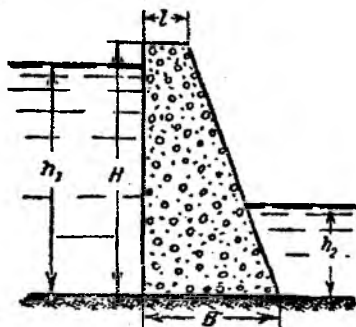
1.62-машқ.

Куч қўйилган нукта босими ва тўсикнинг оғирлик маркази ўртасидаги масофа $0,10 \text{ м}$ дан ошмаслиги учун сувнинг зарур h чуқурлигини аниқланг. Тўсик $a = 1,4 \text{ м}$ томонли квадрат шаклида. Тўсикка нисбатан P босим кучини аниқланг. Агар сувнинг чуқурлиги устки киррада $0,40 \text{ м}$ бўлса, босимнинг маркази қанчага пасаяди?

Жавоб: $h = 2,33 \text{ м}$; $P = 31,4 \text{ кН} = 3,2 \cdot 10^3 \text{ кГ}$; босим маркази тахминан $0,05 \text{ м}$ пасаяди.

1.63-машқ.

1.49-расмдаги гравитацион тўғон шундай лойихалаштирилганки, унинг ушловчи моментининг ташловчи моментига нисбати 2 тенг. Агар тўғон олдида сувнинг чуқурлиги $h_1 = 15 \text{ м}$, тўғон пастида $h_2 = 6 \text{ м}$ бўлса, тўғоннинг пастки B ўлчамини аниқланг. Тўғоннинг баландлиги $H = 16,5 \text{ м}$, устки кенглиги $l = 3,0 \text{ м}$. Бетоннинг солиштирма оғирлиги



1.49-расм.

$\gamma_6 = 23544 \text{ Н/м}^3 = 2400 \text{ кГ/м}^3$. Агар ҳисобда тўғоннинг пастида сув борлигини ҳисобга олмасак, тўғоннинг пастки кенглиги қанча?

Жавоб: $B = 9 \text{ м}$; $B \approx 9,2 \text{ м}$.

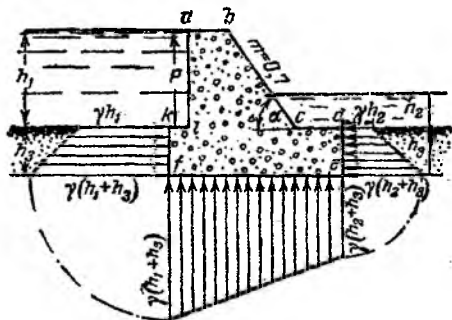
1.64.машқ

$P = 5 \text{ м}$ сув ўтмайдиган бетонли тўғон сув ўтказадиган асосда қурилган. Унинг ўлчамлари: тўғон устки кенглиги: $ab = 2 \text{ м}$, $cd = 2,5 \text{ м}$, $de = h_3 = 2,5 \text{ м}$, $ef = 9 \text{ м}$, $kf = h_3 = 2,5 \text{ м}$, $kl = 1 \text{ м}$. Қиялик коэффициенти $m = \text{ctg} \alpha = 0,7$. Бетоннинг солиштирма оғирлиги $\gamma_6 = 23544 \text{ Н/м}^3 = 2400 \text{ кГ/м}^3$. Сувнинг пастки бьефдаги чуқурлиги $h_2 = 1,7 \text{ м}$.

Сувнинг пастдан қарши босимини ва пойдеворнинг ён томонидаги эпюраларининг босимини ҳисобга олиб, қуйидагиларни аниқланг:

1. Устки бьеф сув билан тўлдирилган ($h_1 = P = 5 \text{ м}$), e нуктага нисбатан ушловчи ва ташловчи моментларни $\beta = M_{\text{то}} / M_{\text{опр}}$ турғунлик коэффициенти ҳисобланг. Ҳисобни 1 м тўғон кенглиги учун ўтказинг. 1.50-расмдаги тўғон остида сизиб ўтаётган сувнинг ҳаракатини тўғри чизик қонуниятига бўйсунди деб ҳисобланг.

2. Пастки бьефда сув бўлмаган ҳол учун ҳам ҳисобни бажаринг.



1.50-расм.

Жавоб: 1) $M_{оп} = 323,2 \cdot 10^4 \text{ Нм} = 329,5 \cdot 10^3 \text{ кГм}$;

$M_{y\phi} = 564,7 \cdot 10^4 \text{ Нм} = 575,6 \cdot 10^3 \text{ кГм}$; $\beta = 1,7$.

2) $M_{оп} = 300,8 \cdot 10^4 \text{ Нм} = 306,6 \cdot 10^3 \text{ кГм}$;

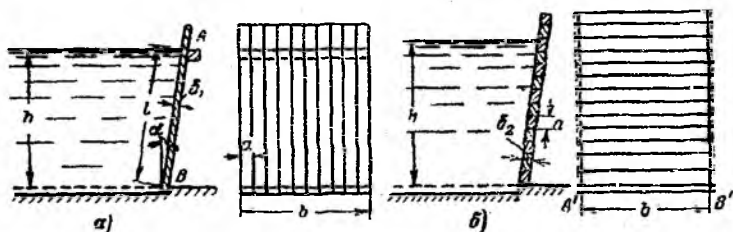
$M_{y\phi} = 547,0 \cdot 10^4 \text{ Нм} = 557,6 \cdot 10^3 \text{ кГм}$; $\beta = 1,8$.

1.65-машқ.

Сув сатҳини $h_{\text{макс}} = 1,48 \text{ м}$ кўтариш учун, $b = 1,5 \text{ м}$ кенглигидаги тўғрибурчакли нов тахтали шандорлардан ишланган. Пастки бьефда сув мавжуд эмас (1.51-расм). Агар a ёки b схема бўйича шандорларни жойлаштира ва b схема бўйича ҳамма шандорлар бир хил қалинликда бўлганда, қайси ҳолда δ шандорлари учун каттароқ қалинлик талаб қилинади. Шандорларнинг қия бурчаги $\alpha = 9^\circ 30'$ ($\cos \alpha = 0,986$). Эгилиш-га йўл қўйилган кучланиш $1177 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 120 \text{ кГ/см}^2$.

Қўрсатма: a ҳолда шандорни A ва B таянчидаги эркин жойлашган ($l = 1,5 \text{ м}$) тўсиқдек қараб чиқамиз, иккинчи ҳолда эса A' ва B' ($l = b = 1,5 \text{ м}$) чуқур пазага суянган.

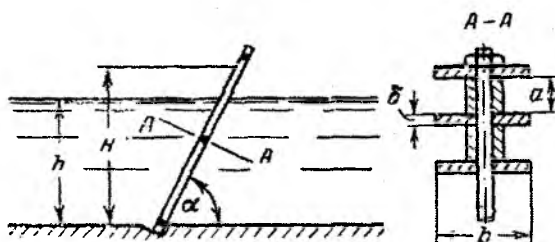
Жавоб: а) $\delta_1 = 3,3 \text{ см}$; б) $\delta_2 = 4,4 \text{ см}$.



1.51-расм.

1.66-машқ.

Чукиндиларни ушловчи панжара $\alpha = 60^\circ$ бурчада олиб келувчи каналда ўрнатилган (1.52-расм). Панжара $\delta = 6 \text{ мм}$ қалинликда ва $b = 80 \text{ мм}$ кенгликда темир пластинкалардан ясалган бўлиб, $a = 24 \text{ мм}$ баландликда учта болт билан маҳкамланган. Тахмин қилинг, панжаранинг ахлатланиши натижасида сув $H = 3 \text{ м}$ сатҳгача кўтарилиб, панжаранинг ўнг томонида эса тубигача тушди. Шунда пластинкалардаги кучланишни текширинг, темир учун кучланиш $\sigma = 11772 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 1200 \text{ кг/см}^2$.



1.52-расм.

Ҳисоблаш:

Пластинкага бўлган таъсирни ҳисоблаймиз:

$$P = \gamma \left(2 \frac{a}{2} + \delta \right) \frac{H}{\sin \alpha} \cdot \frac{H}{2} = 9810 (0,024 + 0,006) \frac{3}{0,866} \frac{3}{2} = 1530 H = 156 \text{ кг}.$$

Агар гидростатик босимнинг таъсир кучланиши учбурчак асосида жойлашса, максимал момент куйидагича

$$M_{\max} = \frac{2}{9\sqrt{3}} \frac{ql^2}{2} = \frac{2}{9\sqrt{3}} Pl = 0,128 Pl = 0,128 \cdot 1530 \cdot 3,46 = 677,76 \text{ Нм} = 69,09 \text{ кгм}.$$

бунда,

$$l = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{3}{0,866} = 3,46 \text{ м.}$$

Пластинканинг қаршилик моменти

$$W = \frac{\delta b^2}{6} = \frac{0,6 \cdot 8^2}{6} = 6,4 \text{ см}^3.$$

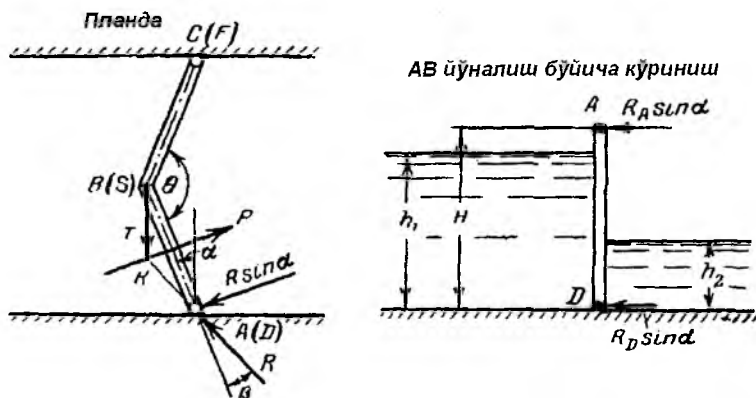
Пластикадаги кучланиш

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{677,76 \cdot 10^6}{6,4} = 10590 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 \approx 1080 \text{ кг/см}^2,$$

яъни, ҳосил бўлган кучланиш йўл қўйиладиган кучланишдан камрок.

1.67-машқ.

Шлюзнинг камераси ясси тўсиқлар билан бир-бирига $\theta = 140^\circ$ бурчакда ёпилган (1.53-расм). Устки бьефдаги тўлдирилган шлюзда сувнинг чуқурлиги $h_1 = 7 \text{ м}$, пастки бьефда эса $h_2 = 3,3 \text{ м}$. Тўсиқнинг баландлиги $H = 8 \text{ м}$, кенглиги $b = 9 \text{ м}$. A , D , C ва F нукталардаги тўсиқлар шарнирли маҳкамланган. Чунки, тўлдирилган камерали шлюзда сув горизонти пастки бьефга караганда юқори, сув босим кучининг таъсири остида икки тўсиқ бир бирига қараб B нуктада сиқилади. A ва D шарнирлар реакцияларини, шунингдек тўсиқ ўқи ва реакция таъсири йўналиши орасидаги бурчакни (AB ва BC) аниқланг.



1.53-расм.

1.68-машқ.

Агар A шарнир тўсиқ юқорисидан 3 м , D шарнир тубдан $0,5 \text{ м}$ масофада жойлашган бўлса, юқоридаги машқнинг шартларини бўйича, A шар-

нир ва D шарнирнинг реакция катталигини ва (β бурчак) йўналишини аниқланг.

Жавоб:

$$\beta = 20^\circ; R_A = 1191,7 \text{ кН} = 121,48 \cdot 10^3 \text{ кг}; R_D = 1268 \text{ кН} = 129,25 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

1.69-машқ.

Диаметри $d = 1 \text{ м}$ цилиндрик шаклдаги горизонтал цистерна керосин билан тўлдирилган ($\gamma_k = 7456 \text{ Н/м}^3 = 760 \text{ кг/м}^3$)

Аниқлаш керак:

- 1) I_{61} босим марказигача бўлган масофа ва четки деворга P_1 манометрик босим кучини;
- 2) Агар цистернани юқориги нуктасига найча уланиб, уни $h = 1,5 \text{ м}$ баландликда керосин билан тўлдирилганда, P_2 манометрик босим нимага тенг? Цистерна юқорисидан босим марказигача бўлган масофани топинг.

Жавоб:

- 1) $P_1 = 2,92 \text{ кН} = 298 \text{ кг}, I_{61} = 0,625 \text{ м};$
- 2) $P_2 = 11,70 \text{ кН} = 1193 \text{ кг}, I_{62} = 0,531 \text{ м}.$

ЭГРИ ЧИЗИҚЛИ СИРТДАГИ СУЮҚЛИКНИНГ БОСИМ КУЧИ

1.70-машқ.

P_z вертикал ташкил килувчи босим кучини таъсир йўналишини кўрсатинг ва 1.54-расмда кўрсатилган эгри чизикли сирт учун босим танаси кўндаланг окимини белгиланг.

Кўрсатма: Босим танасини топиш учун $n-n$ пьезометрик текисликда (1.54-расм) манометрик босим мавжуд бўлганда, эркин сиртда эгри чизикли сиртни лойихалаштириш шарт.

1.71-машқ.

Кенглиги $b = 7 \text{ м}$ тўғри бурчакли канал сегмент тўсик билан беркитилган. Тўсик олдида каналдаги чуқурлик $h_1 = 4,80 \text{ м}$, пастки бьефда $h_2 = 2 \text{ м}$. Тўсик радиуси $r = 7,5 \text{ м}$. Тўсик айланиш ўқи тўсик олди сув горизонтидан $h = 1 \text{ м}$ баландда жойлашган (1.55-расм).

Аниқлаш керак:

1. Тўсикқа чапдан сувнинг босим кучини ва унинг босим маркази координатларини. Ҳисобланган координатларни графикда текшириш.
2. Тўсикқа ўнгдан сувнинг босим кучини ва унинг босим маркази координатларини. Ҳисобланган координатларни графикда текшириш.

3. Тўсикка сувнинг тенг таъсир этувчи гидростатик босим кучини ва унинг босим маркази координатларини.

Тахминан, G тўсик оғирлиги $00'$ айланиш ўқидан $0,75r$ масофада α бурчак биссектрисада оралик ўртасида қўйилганда T қўтариш кучланишни. Ҳисобда шарнирдаги тебраниш ҳисобга олинмасин. Тўсик оғирлиги А.Р.Березинский формуласи бўйича аниқланади: $G = 0,15F^4\sqrt{F}$, бунда G – тўсик оғирлиги, F – тўсик юзаси, m^2 .

Ҳисоблаш: 1) Тўсикка чапдан сувнинг босим кучини ва унинг босим маркази координатларини аниқлаш.

Бу кучни топиш учун P_{x1} горизонтал ташкил қилувчи ва P_{z1} вертикал ташкил қилувчини (1.14) ва (1.15) формула бўйича ҳисоблаймиз (1.56, а-расм).

Горизонтал ташкил қилувчи

$$P_{x1} = \gamma h'_{\text{ам}} \omega_x = \gamma \frac{h_1}{2} h_1 b = 9,81 \frac{4,8^2}{2} \cdot 7 = 791 \text{ кН} = 80,64 \cdot 10^3 \text{ кГ},$$

бунда ω_x – вертикал текисликда эгри чизикли тўсик сиртига проекцияси юзаси, яъни, $\omega_x = b h_1$.

Чапдан вертикал ташкил қилувчи: $P_{z1} = \gamma W$, бунда W – босим танаси. $W = ABCD$ майдон $\times b$ (1.56, а-расм).

$ABCD$ юза ACB сегмент юзаси ва ACD учбурчак юзаси йиғиндисига тенг. Бу юзаларни топиш учун ёрдамчи катталикларни топамиз:

$$\sin \beta = \frac{h}{r} = \frac{1}{7,5} = 0,133; \quad \beta = 7^\circ 38,6' \approx 7^\circ 40'; \quad \sin(\alpha + \beta) = \frac{h_1 + h}{r} = \frac{5,8}{7,5} = 0,773;$$

$$\alpha + \beta = 50^\circ 37,8' \approx 50^\circ 40',$$

$$\text{бунда } \alpha = 50^\circ 40' - 7^\circ 40' = 43^\circ, \quad \sin \alpha = \sin 43^\circ = 0,682;$$

$$DA = h_1 = 4,8 \text{ м}, \quad EO = \sqrt{(CO)^2 - (CE)^2} = \sqrt{7,5^2 - 1} = 7,44 \text{ м};$$

$$D'O = \sqrt{(AO)^2 - (AD')^2} = \sqrt{7,5^2 - 5,8^2} = 4,75 \text{ м};$$

$$CD = EO - D'O = 7,44 - 4,75 = 2,69 \text{ м}.$$

Топилган кийматларни қуйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз: сегмент юзаси

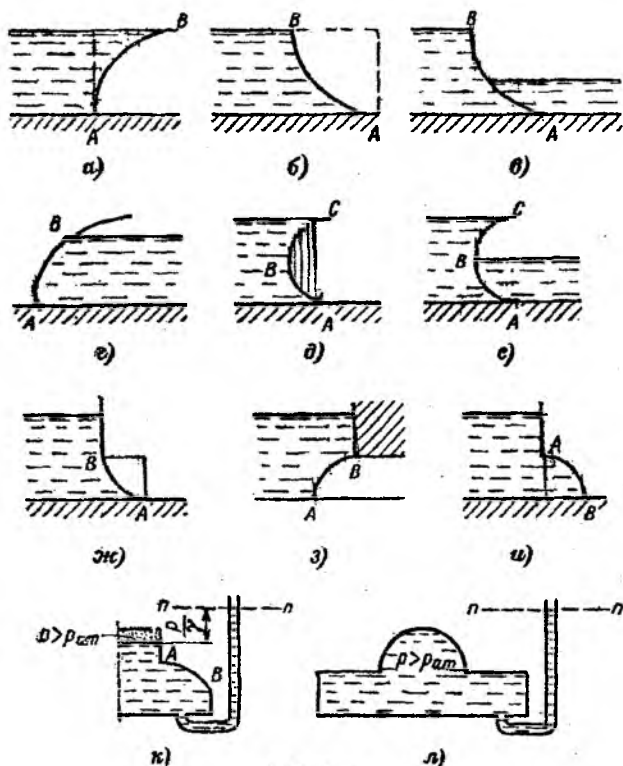
$$ACB = \frac{\pi r^2 \alpha}{360} - \frac{1}{2} r^2 \sin \alpha = \frac{1}{2} r^2 \left(\frac{\pi \alpha}{180} - \sin \alpha \right) = \frac{1}{2} 7,5^2 \left(\frac{3,14 \cdot 43}{180} - 0,682 \right) = 1,92 \text{ м}^2;$$

$$\text{учбурчак юзаси } ACD = \frac{1}{2} CD \cdot DA = \frac{1}{2} 2,69 \cdot 4,8 = 6,45 \text{ м}^2.$$

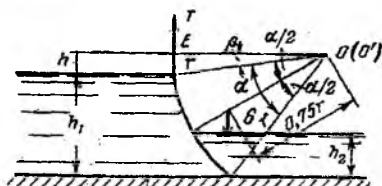
$$\text{Шунга ўхшаш } ABCD = 1,92 + 6,45 = 8,37 \text{ м}^2, \quad W = 8,37 \cdot 7 = 58,59 \text{ м}^3.$$

Изланган вертикал ташкил қилувчи:

$$P_{z1} = 9,81 \cdot 58,59 = 575 \text{ кН} = 58,6 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$



1.54-расм.



1.55-расм.

Чапдан сувнинг тенг таъсир этувчи гидростатик босим кучи

$$P_1 = \sqrt{P_{x1}^2 + P_{z1}^2} = \sqrt{791^2 + 575^2} = 978 \text{ кН} \approx 99,7 \cdot 10^3 \text{ кг}.$$

x_1 ва z_1 босим маркази координатларини аниқлаш учун қуйидагини топамиз:

$$\operatorname{tg} \theta_1 = \frac{P_{z1}}{P_{x1}} = \frac{575}{791} = 0,727, \quad \theta_1 = 36^\circ.$$

Аввало 0 нукта координатларини қабул қиламиз, бунда

$$\frac{z_1}{x_1} = \operatorname{tg} \theta_1 = 0,727, \quad \text{бундан } z_1 = 0,727x_1$$

z_1 учун топилган қийматни $z_1^2 + x_1^2 = r^2$ тенгламага қўямиз, яъни,
 $0,727^2 x_1^2 + x_1^2 = 7,5^2$, бундан

$$x_1 = \pm \sqrt{\frac{56,25}{1,53}} = -6,07 \text{ м}; \quad z_1 = -0,727 \cdot 6,07 = -4,42 \text{ м}.$$

Босим маркази координатларини график усулда текшираемиз.

Агар босим танаси қўндаланг кесими эгри чизикли учбурчак шаклида бўлса, ҳисобнинг тўғрилигини текшириш учун қуйидаги тақрибий график усулни тавсия қилиш мумкин.

Эгри чизикли тўсиқ сирғи вертикал проекциясига чапда гидростатик босим эпюрасини масштабда кураемиз (1.56, а-расм) ва медианалар кесишишида шу эпюранинг оғирлик марказини график усулда топамиз. Топилган оғирлик марказидан P_{x1} горизонтал кучни ўтказамиз.

P_{z1} вертикал ташкил қилувчи ўтадиган, босим танаси қўндаланг кесими оғирлик марказини топиш учун ($ABCD$ эпюра), $ABCD$ эпюрани горизонтал чизиклар билан катта бўлмаган йўлларга ажратамиз ва алоҳида йўлларнинг оғирлик марказини аниқлаймиз. Шу йўл билан топилган оғирлик марказларни ҳосил қилинган эгри чизикда бирлаштирамиз. $ABCD$ эпюрани вертикал чизиклар билан катта бўлмаган йўлларга ажратамиз ва уларнинг оғирлик марказини топиб туриб, сўнгги эришилган эгри чизикни бирлаштирамиз. Икки эгри чизикнинг кесишиши, P_{z1} вертикал ташкил қилувчи ўтган $ABCD$ эпюранинг оғирлик марказини беради. P_1 тенг таъсир қилувчи куч P_{x1} горизонтал ташкил қилувчи билан P_{z1} вертикал ташкил қилувчи кесишган нуктасидан ва (0 нукта) эгрилик марказидан ўтади.

Оғирлик маркази x_1 ва z_1 координатларини масштабда ўлчаймиз, яъни эгри чизикли сирғи, P_1 тенг таъсир этувчи куч таъсир чизиги билан кесишган нуктаси (1.56, а-расм) ва уларни табиий катталигини аниқлаб, аналитик усул билан ҳисоблангани билан қиёслаймиз. Агар натижа тўғри келса, ҳисоб тўғри бажарилган.

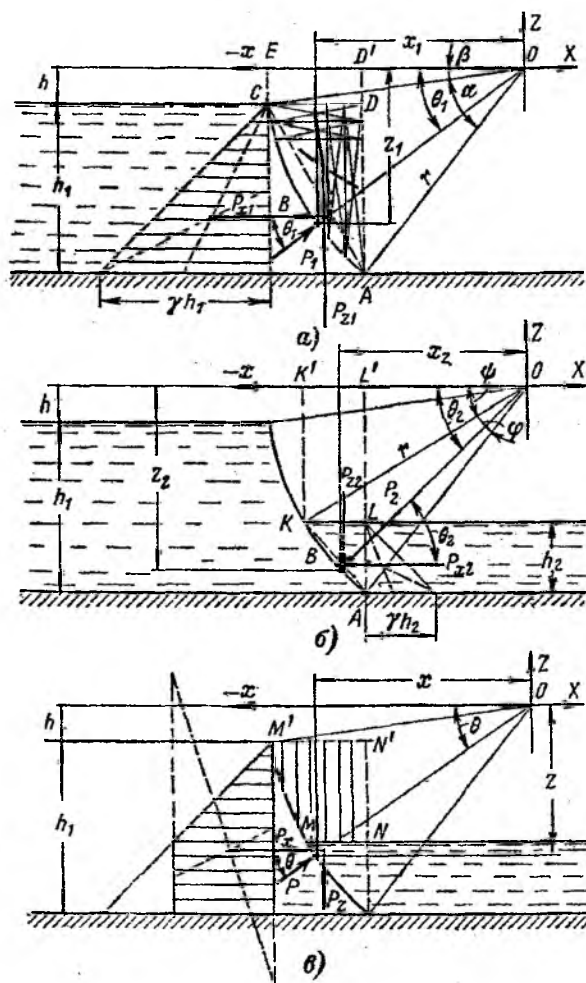
Натижа тўғри келмаган ҳолда, аналитик ҳисобни текшириш шарт.

2) Ўнгдан тўсиққа сувнинг босим кучини (1.56, б-расм) ва унинг босим маркази координатларини аниқланг.

Ўнгдан горизонтал ташкил қилувчи

$$P_{x2} = \gamma h'_{o.m.} \omega_{x2} = \gamma \frac{h_2^2}{2} b;$$

$$\omega_{x2} = h_2 b; \quad h_{o.m.} = \frac{h_2}{2}.$$



1.56-расм.

Ўнгдан вертикал ташкил қилувчи

$$P_{z2} = \gamma W_2,$$

бунда

$$W_2 = \text{майдон} \times ABKL \times b.$$

Юза $ABKL = AKB$ сигмент майдони + AKB учбурчак майдони.

Юзаларни ҳисоблаш учун ёрдамчи катталикларни топамиз

$$K'K = h_1 + h - h_2 = 5,8 - 2 = 3,8 \text{ м},$$

$$\sin \psi = \frac{K'K}{r} = \frac{3,8}{7,5} = 0,506; \psi = 30^\circ 30',$$

$$\varphi = \alpha + \beta - \psi = 50^\circ 40' - 30^\circ 30' = 20^\circ 10';$$

$$\sin \varphi = \sin 20^\circ 10' = 0,345;$$

$$K'O = \sqrt{(KO)^2 - (K'K)^2} = \sqrt{7,5^2 - 3,8^2} = 6,46 \text{ м};$$

$$L'O = D'O = 4,75 \text{ м}; KL = K'L' = K'O - L'O = 6,46 - 4,75 = 1,71 \text{ м}.$$

Топилган кийматларни қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

сегмент юзаси

$$AKB = \frac{1}{2} r^2 \left(\frac{\pi \varphi}{180} - \sin \varphi \right) = \frac{1}{2} \cdot 7,5^2 \left(\frac{3,14 \cdot 20,167}{180} - 0,345 \right) = 0,191 \text{ м}^2;$$

учбурчак юзаси

$$AKL = \frac{1}{2} KL \cdot AL = \frac{1}{2} \cdot 1,71 \cdot 2 = 1,71 \text{ м}^2;$$

$$\text{юза } ABKL = 0,191 + 1,71 = 1,901 \text{ м}^2.$$

Шунингдек ўнгдан вертикал ташкил қилувчи

$$P_{z2} = 9,81 \cdot 1,901 \cdot 7 = 130 \text{ кН} = 13,31 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

Ўнгдан тенг таъсир этувчи гидростатик босим кучи

$$P_2 = \sqrt{P_{x2}^2 + P_{z2}^2} = \sqrt{137^2 + 130^2} = 189 \text{ кН} = 19,3 \cdot 10^3 \text{ кГ}$$

Ўнгдан тенг таъсир этувчи гидростатик босим маркази координатлари

$$\frac{z_2}{x_2} = \text{tg } \theta_2, \text{ бунда } \text{tg } \theta_2 = \frac{P_{z2}}{P_{x2}} = \frac{130}{137} = 0,95; \theta_2 \approx 43^\circ 30',$$

$$\text{бунда } z_2/x_2 = 0,95 \text{ ва } z_2 = 0,95x_2.$$

Топилган кийматларни тенгламага қўямиз $z_2^2 + x_2^2 = r^2$, яъни,
 $0,95^2 x_2^2 + x_2^2 = 7,5^2$, бундан

$$x_2 = \pm \sqrt{\frac{56,25}{1,90}} = -5,44 \text{ м}, z_2 = -0,95 \cdot 5,44 = -5,17 \text{ м}.$$

x_2 ва z_2 оғирлик маркази координатларини график ҳисоблаймиз (1.56, б-расм). Тўсиқнинг эгри сирти ҳўлланган қисми вертикал проекциясида ўнгдан гидростатик босим эпюраси оғирлик марказини топамиз ва

ундан P_{x2} горизонтал кучни ўтказамиз. Юкорида кўрсатилган йўл билан босим танаси қўндаланг окимини огирлик марказини топамиз ($ABKL$ эпюра). Топилган огирлик марказидан P_{z2} вертикал ташкил қилувчини ўтказамиз. P_z тенг таъсир қилувчи куч, P_{x2} горизонтал ташкил қилувчи билан P_{z2} вертикал ташкил қилувчини кесишган нуқтасидан ва эгри чизикли сирт θ эгрилиги марказидан ўтади.

x_2 ва z_2 огирлик маркази координатларини масштабда ўзгартирамиз (1.56, б-расм) ва уларнинг табиий катталикларини аниқлаб, аналитик усулда ҳисобланганлар билан қўямиз.

3) Тўсиққа тенг таъсир қилувчи босим кучини ва босим маркази координатларини аниқлаш.

Горизонтал куч тенг таъсир қилувчиси

$$P_x = P_{x1} - P_{x2} = 791 - 137 = 654 \text{ кН} = 66,64 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

Вертикал куч тенг таъсир қилувчиси

$$P_z = P_{z1} - P_{z2} = 575 - 130 = 445 \text{ кН} = 45,3 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

Ўнг ва чапдан босим кучи тенг таъсир қилувчиси

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = \sqrt{654^2 + 445^2} = 791 \text{ кН} = 80,6 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

Горизонтал ва тенг таъсир қилувчи орасидаги бурчакни (1.16) формуладан топамиз:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{P_z}{P_x} = \frac{445}{654} = 0,68; \theta = 34^\circ 12'.$$

ОХ ўқиға нисбатан тенг таъсир қилувчи босим кучи x ва z координатларини ҳисоблаймиз (1.56, в-расм).

$$\frac{z}{x} = \operatorname{tg} \theta = 0,68, \quad z = 0,68x.$$

бу ифодани $z^2 + x^2 = r^2$ тенгламага қўямиз, яъни $0,68^2 x^2 + x^2 = 7,5^2$, бундан

$$x = \pm \sqrt{\frac{56,25}{1,46}} = -6,2 \text{ м}, \quad z = -0,68 \cdot 6,2 = -4,22 \text{ м}.$$

Юкорида график усулда ёзилган тенг таъсир қилувчи куч босим маркази координатларини текшириш аниқ эмас, чунки вертикал кучлар ($MM'N'N$ эпюра) пропорционал тенг таъсир қилувчи юза эпюраси, эгри чизикли учбурчакларни эмас, балки, эгри чизикли трапецияни ҳосил қилади. Шунинг учун тенг таъсир қилувчи куч босим маркази координатлари аналитик ҳисоблаш билан чегараланамиз ва 1.56, в-расмга $x = -6,20 \text{ м}$ ва $z = -4,22 \text{ м}$ ифодаларни талабга жавоб берадиган масштабда қўйиб, қуришни бажарамиз. Чизмадан кўриниб турибдики, P_z вертикал кучлар тенг таъсир қилувчиси, P_x кучнинг P тенг таъсир қилувчи билан кесишган нуқтасидан ўтган.

4) Кўтарилиш кучланишини аниқлаш.

Кўтарилиш кучланишини аниқлаш учун сегмент тўсиқнинг оғирлигини ҳисоблаш керак. Сегмент тўсиқнинг оғирлигини А.Р.Березинский формуласидан топамиз $G = 0,15F\sqrt[4]{F}$, бунда G – тоннада.

СИ системасида $G = 1,47 \cdot 10^3 F\sqrt[4]{F}$, бунда G – ньютонда (Н).
 $F = 33,6 \text{ м}^2$ бўлганда

$$G = 1,47 \cdot 10^3 \cdot 33,6\sqrt[4]{33,6} = 119 \cdot 10^3 \text{ Н} = 119 \text{ кН} = 12,15 \cdot 10^3 \text{ кг}.$$

00' ўқиға нисбатан моментлар тенгласини тузамиз (1.55-расм).

$$T \cdot EO - G \cdot 0,75r \cos\left(\frac{\alpha}{2} + \beta\right) = 0.$$

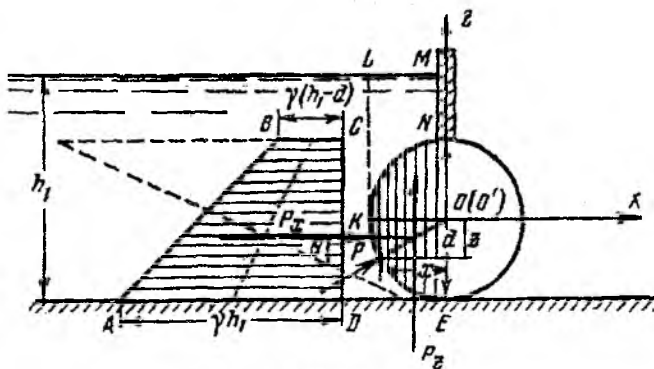
R босим кучи тенг таъсир қилувчиси моментлар тенгласига кирмайди, чунки у O нуқтадан ўтади, шарнирдаги ишқаланиш ҳисобга олинмайди.

Кўтарилиш кучланиши

$$T = \frac{G \cdot 0,75r \cos\left(\frac{43}{2} + 7^\circ 40'\right)}{EO} = \frac{119 \cdot 0,75 \cdot 7,5 \cos 29^\circ 10'}{7,44} = 78,5 \text{ кН} = 8 \cdot 10^3 \text{ кг}.$$

1.72-машқ.

Агар тўсиқ олдидаги чуқурлик $h = 4,2 \text{ м}$, тўсиқ диаметри $d = 3 \text{ м}$, оралик кенглиги эса $b = 10 \text{ м}$ бўлганда, тўғри тўртбурчак шаклидаги канални қайта ихоталайдиган цилиндрик тўсиқда сувнинг манометрик босим кучини ва босим марказини аниқланг. Пастки бьефда сув мавжуд эмас (1.57-расм).



1.57-расм.

Ҳисоблаш: Цилиндрик тўсикда горизонтал ташкил қилувчи гидростатик босим кучини (1.14) формуладан аниқлаймиз:

$$P_x = \gamma'_{o.m.} \omega_x = \gamma \left(h_1 - \frac{d}{2} \right) db = 9,81(4,2 - 1,5)3 \cdot 10 = 795 \text{ кН} = 81 \cdot 10^3 \text{ кГ},$$

бунда

$$h'_{o.m.} = h_1 - \frac{d}{2}; \quad \omega_x = db.$$

Горизонтал ташкил қилувчи пропорционал юза эпюраси $ABCD$ трапецияда ифодаланади.

Эпюра ёрдамида топилган кучни текшираимиз

$$P_x = Fb = \frac{1}{2} [\gamma h_1 + \gamma(h_1 - d)] db = \frac{9,81}{2} [4,2 + (4,2 - 3)] 3 \cdot 10 = 795 \text{ кН} = 81 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

Тўсикка вертикал ташкил қилувчи босим

$$P_z = P'_z - P''_z = \gamma(W' - W'') = \gamma W,$$

бунда P'_z — EK цилиндрик тўсиқ пастки чорак қисмига вертикал ташкил қилувчи босим кучи;

W' — цилиндрик сирт пастки чорак қисми билан эркин сиртга унинг проекцияси ва вертикал проекцияловчи текислик орасидаги босим танаси ҳажми (бу текисликлар излари чизмада KL ва MN чизиқлар билан кўрсатилган);

P''_z — KN цилиндрик тўсиқ юқориги чорак қисмига вертикал ташкил қилувчи босим кучи;

W'' — цилиндрик сирт юқориги чорак қисми билан эркин сиртга унинг проекцияси ва вертикал проекцияловчи текислик орасидаги босим танаси ҳажми (KL ва MN текислик излари);

P'_z куч юқорига, P''_z куч эса пастга йўналгани учун бу кучлар натижасидаги P_z улар фарқига тенг ва катта куч тарафга, яъни юқорига йўналган.

$W' - W''$ ҳажмлар фарқига тенг бўлган W якуний ҳажм, ярим ци-

линдр ҳажмига тенг яъни $W = \frac{\pi d^2}{4 \cdot 2} b = \frac{\pi d^2}{8} b$. Шунингдек, тўсикка вертикал ташкил қилувчи босим кучи қуйидагига тенг:

$$P_z = \gamma W = \gamma \frac{\pi d^2}{8} b = 9,81 \cdot \frac{3,14 \cdot 3^3}{8} \cdot 10 = 346 \text{ кН} = 35,3 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

Цилиндрик тўсикка сувнинг тенг таъсир қилувчи босим кучи (1.13) формуладан топилади:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = \sqrt{795^2 + 346^2} = 867 \text{ кН} = 88,4 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

P_x куч ва тенг таъсир қилувчи ўртасидаги бурчак

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{P_z}{P_x} = \frac{346}{795} = 0,435; \theta = 23^{\circ}30'.$$

Эркин сиртдан P_x горизонтал ташкил қилувчи куч босим марказига-ча бўлган масофа

$$l_0 = l_{o.m.} + \frac{J_0}{\omega l_{o.m.}} = h_1 - \frac{d}{2} + \frac{bd^3}{12bd\left(h_1 - \frac{d}{2}\right)} = 4,2 - 1,5 + \frac{3^2}{12(4,2 - 1,5)} = 2,978 \text{ м} \approx 2,98 \text{ м}.$$

P_z вертикал ташкил қилувчининг оғирлик маркази *NEK* эпюранинг оғирлик марказидан ўтувчи вертикал чизикда ётади. Эпюранинг оғирлик маркази $00'$ ўқдан $\frac{4r}{3\pi} = \frac{4 \cdot 1,5}{3 \cdot 3,14} = 0,636 \text{ м}$ масофада ётади.

Ҳамма босим кучларининг тенг таъсир этувчиси горизонтал кучни ва вертикал ташкил этувчи кесишган нуктаси ҳамда айлана маркази O нуктасидан ўтади. O нуктадан ўтказилган ўқларга нисбатан тенг таъсир қилувчи босим маркази координатларини қуйидагича аниқлаймиз:

$$\frac{z}{x} \operatorname{tg} \theta = 0,435, \quad z = 0,435x.$$

Топилган z ифодани $z^2 + x^2 = r^2$ тенгламага қўямиз, яъни $0,435^2 x^2 + x^2 = 1,5^2$, бундан, $x = \pm \sqrt{\frac{2,25}{1,19}} = \pm \sqrt{1,89} = -1,37 \text{ м}$ ва $z = -0,435 \cdot 1,37 = -0,597 \text{ м} \approx -0,6 \text{ м}$.

Ҳисобни текширишни x ва z координатларини график усули билан аниқлаб уларни (1.57-расм) ҳисобланганлари билан таккосланади.

1.73-машқ

Цилиндрик тўсик горизонтал ўқи атрофида айлана олади (1.58-расм). Тўсикнинг оғирлик маркази горизонтга $\varphi = 45^{\circ}$ бурчак остидаги радиусда жойлашган ва айланиш ўқидан $0,4\frac{1}{5}r$ га ажратилган. Тўсик радиуси $r = 40 \text{ см}$, кенглиги $b = 100 \text{ см}$. Сув чуқурлиги h . Тўсикнинг шундай зарур бўлган оғирлигини аниқлангки, бунда тўсик мувозанат ҳолатида бўлсин ва 1.58-расмда кўрсатилган ҳолатни эгалласин.

0 айланиш ўқига нисбий, W_{OBC} ҳажмининг оғирлик марказидан ўтувчи P_z вертикал куч елкаси:

$$x = \frac{4r}{3\pi}.$$

G тўсикни оғирлигини аниқлаш учун 0 ўқига нисбатан моментлар тенгламасини тузамиз:

$$G \cdot OA \cos \varphi - P_x [l_0 - (h-r)] + P_z x = 0,$$

бунда $OA = \frac{1}{5}r$, $\cos \varphi = \cos 45^\circ$.

Тўсик оғирлигини топамиз:

$$G = \frac{P_x [l_0 - (h-r)] - P_z x}{\frac{1}{5}r \cos 45^\circ} = \frac{2\gamma(h-r)br \left[h-r + \frac{r^2}{3(h-r)} - (h-r) \right] - \gamma b \frac{\pi r^2}{4} \cdot \frac{4r}{3\pi}}{\frac{1}{5}r \cos 45^\circ} = \frac{5\gamma br^2}{3 \cos 45^\circ}.$$

сонли ифодаларни қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$G = \frac{5 \cdot 9,81 \cdot 1 \cdot 0,40^2}{3 \cdot 0,707} = 3,70 \text{ кН} \approx 377 \text{ кг}.$$

2-усул (1.58, б-расм). P_x горизонтал куч икки P'_x ва P''_x кучларнинг йиғиндисига тенг. Биринчи P'_x куч — CB цилиндрик сиртга горизонтал ташкил қилувчи босим кучини, иккинчи P''_x куч эса OD вертикал текисликка босим кучини кўрсатади. CB цилиндрик сирт вертикал проекциясига гидростатик (манометрик) босим эпюраси $LMSB$ трапеция шаклида, OD вертикал текисликка эса, $SBNQ$ трапеция шаклида кўринади. Вертикал кучлардан W_{CBKE} босим танаси ҳажми ҳисобланувчи CB цилиндрик сиртнинг босим кучини пастга йўналган вертикал ташкил этувчиси ва OB горизонтал текисликка таъсир этувчи босим кучини ҳисобга олувчи ва юқориغا йўналган P'_x куч таъсир қилади.

P'_x горизонтал ва P''_x вертикал ташкил қилувчини аниқлаш керак эмас, чунки, уларнинг P тенг таъсир қилувчиси 0 нуқтадан ўтади, шунингдек, унинг 0 ўқка нисбатан моменти нолга тенг.

Шу йўл билан, иккинчи усул билан намунани ечишда машқ ҳар бир кучнинг босим марказини топишга ва P'_x вертикал куч ва P''_x горизонтал кучни аниқлашга олиб келинади.

P''_x горизонтал кучни аниқлаймиз:

$$P''_x = \gamma h_{a.m.} \omega = \gamma \left(h - \frac{r}{2} \right) br.$$

Эркин сиртдан кучнинг босим марказигача бўлган масофани қуйидаги формуладан топамиз:

$$l_{\delta 1} = h_{\delta 1} = h_{o.m.} + \frac{J_0}{\omega h_{o.m.}} = h - \frac{r}{2} + \frac{br^3}{12br\left(h - \frac{r}{2}\right)} = h - \frac{r}{2} + \frac{r^2}{12\left(h - \frac{r}{2}\right)}.$$

P'_z вертикал кучни аниқлаймиз:

$$P'_z = \gamma(h-r)br.$$

0 ўққа нисбатан P'_z куч елкаси

$$x = \frac{1}{2}OB = \frac{r}{2},$$

чунки, гидростатик босим OB горизонтал текислик ҳамма нуқталарида бир хил (гидростатик босим эюраси – тўғри тўртбурчак).

Тўсик оғирлигини топиш учун 0 ўқиға нисбатан G , P'_x , P'_z кучлар моментини оламыз

$$G \cdot OA \cos \varphi - P'_x [l_{\delta} - (h-r)] + P'_z x = 0,$$

бундан

$$G = \frac{P'_x [l_{\delta} - (h-r)] - P'_z x}{OA \cos \varphi} = \frac{\gamma \left(h - \frac{r}{2}\right) br \left[h - \frac{r}{2} + \frac{r^2}{12\left(h - \frac{r}{2}\right)} - (h-r) \right] - \gamma(h-r)br \frac{r}{2}}{1/5r \cos 45^\circ}.$$

Тенглама қуйидаги кўринишға эга:

$$G = \frac{5\gamma br^2}{3 \cos 45^\circ}.$$

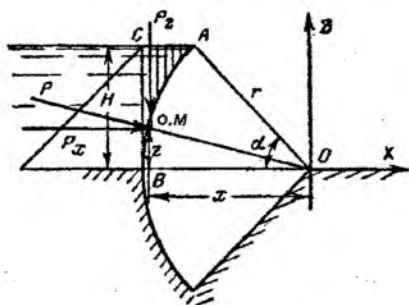
Сонли ифодаларни қуйиб, $G = 3,70 \text{ кН} \approx 377 \text{ кг}$ ҳосил қиламиз.

Машқни ечилишидан кўриниб турибдики, тўсик оғирлиги тўсик олдидаги h сув чуқурлиғига боғлиқ эмас.

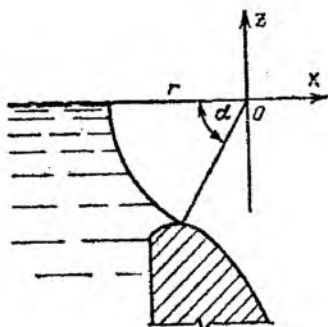
1.74-машқ.

Секторли тўсикқа таъсир қилаётган гидростатик босим кучини (1.59-расм) ва қуйидагилар берилганда оғирлик маркази координатларини аниқланг: $H = 3 \text{ м}$, бурчак $\alpha = 45^\circ$. Тўсик билан беркитилган оралик кенглиги $b = 8 \text{ м}$.

Жавоб: $P = 365 \text{ кН} = 37,2 \cdot 10^3 \text{ кг}$; $x = -4,09 \text{ м}$; $z = +1,09 \text{ м}$.



1.59-расм.



1.60-расм.

1.75-машқ.

Сегментли тўсиқ амалий профилдаги тўғонга ўрнатилган (1.60-расм). Тўсиқ радиуси $r = 3,5$ м, бурчак $\alpha = 60^\circ$.

Аниқлаш керак:

- 1) Кенглиги 1 м тўсиққа таъсир қилаётган босим кучини ($b = 1$ м);
- 2) Сув сатхи тўсиқнинг юқориги кырраси билан тўғри келади деб ҳисоблаб, Ox ва Oz ўқларга нисбатан босим маркази координатларини;
- 3) Ox ўқ билан тенг таъсир қилувчи қандай бурчак ҳосил қилади? Оғирлик маркази координатларини график усул билан текширинг.

Жавоб: 1) $P = 58,2$ кН $= 5,93 \cdot 10^3$ кГ; 2) $x = -2,71$ м, $z = -2,22$ м;
3) $\varphi = 39^\circ 19'$.

1.76-машқ.

Ярим айлана шаклидаги горизонтал нов ясси тўсиқ билан берkitилган. Нов диаметри $d = 1,2$ м.

Аниқлаш керак:

- 1) Новнинг ҳўлланган сиртига манометрик босимнинг натижавий кучини ва нов суви билан тўла тўлдирилган бўлса, унинг туташтириш нуктасини.
- 2) Нов ён деворларидан қабул қилувчи кучланиш. Ҳисоб новнинг 10 м узунлигида олиб борилсин.

Жавоб: 1) $P = 55,4$ кН $= 5,65 \cdot 10^3$ кГ; $l_g = 0,6$ м;
2) $P_x = 17,6$ кН $= 1,8 \cdot 10^3$ кГ.

1.77-машқ.

Ярим сфера шаклидаги, диаметри 1,4 м идиш сув билан лик тўлдирилган.

Аниқлаш керак:

- 1) Хўлланган сиртдаги натижавий босим кучини.
- 2) Эркин сиртга нисбатан босим маркази жойлашишини.

Жавоб: $P = 7044 \text{ Н} = 718 \text{ кГ}$; $l_g = 0,7 \text{ м}$.

1.78-машқ.

Ярим сфера шаклига эга бўлган гумбаз $p = 196,2 \text{ кН/м}^2 = 2 \text{ ат}$ манометрик босим таъсирида. Агар диаметри $d = 3 \text{ м}$ бўлганда гумбазни кўтаришга ҳаракат қилаётган кучни аниқланг.

Жавоб: $P = 1386 \text{ кН} = 141,3 \cdot 10^3 \text{ кГ}$.

1.79-машқ.

Кенглиги $b = 4 \text{ м}$ бўлган бетон каналнинг қўндаланг оқими 1.61-расмда кўрсатилган. Каналдаги сув чуқурлиги $h = 2,4 \text{ м}$. Каналнинг ён девори пастки қисмида $r = 1,2 \text{ м}$ радиусли ёй чизилган.

Аниқлаш керак.

- 1) DE сиртнинг эгри чизикли қисмига сувнинг тенг таъсир қилувчи босим кучини.
- 2) O нуктадан ўтказилган координата ўқларига нисбатан шу кучнинг босим маркази координатларини.
- 3) $BCDE$ сиртга P_d сувнинг тенг таъсир қилувчи босим кучини. Ҳисоб каналнинг 1 м узунлигида олиб борилсин.

Жавоб:

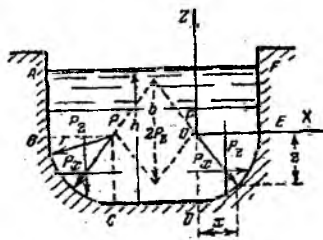
1) $P = 32,96 \text{ кН} = 3,36 \cdot 10^3 \text{ кГ}$;

2) $x = 0,77 \text{ м}$, $z = -0,92 \text{ м}$; 3) $P_d = G = 88,09 \text{ кН} = 8,98 \cdot 10^3 \text{ кГ}$.

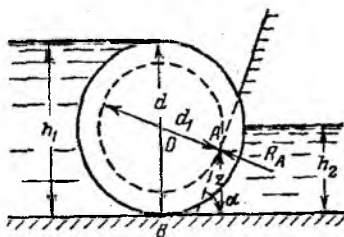
1.80-машқ.

Диаметри $d = 4 \text{ м}$ бўлган цилиндрик тўсик $b = 6 \text{ м}$ ораликни берки-тиб турибди.

Цилиндр кўтарилганда канал тубига қараб $\alpha = 70^\circ$ бурчак остида жойлашган қия рейка бўйлаб тебраниши мумкин, бунда таянч халка диа-



1.61-расм.



1.62-расм.

метри $d_1 = 3$ м рейка ва шу халканинг A нуқтаси, расмда кўрсатилган тўсик ҳолати тубидан $z = 1,49$ м масофада жойлашган. Сув чуқурлиги $h_1 = 4$ м ва $h_2 = 2$ м. Агар тўсик тубга туширилган бўлса, гидростатик босим кучидан R_A реакция катталигини аниқланг (1.62-расм).

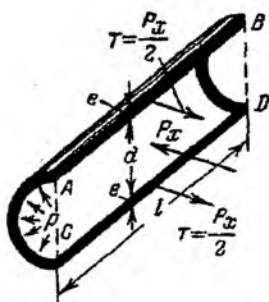
Кўрсатма. Ҳисобда ярим ёй ва чорак ёй оғирлик маркази OB вертикалдан $4r/3\pi$ масофада жойлашганлиги ҳисобга олинсин.

Жавоб: $R_A = 187,4$ кН $= 19,1 \cdot 10^3$ кГ.

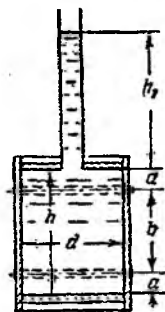
1.81-машқ.

Ўртача $p = 294,3 \cdot 10^4$ Н/м² $= 30$ ат гидростатик босим остида бўлган, диаметри $d = 60$ см пўлат қувур деворларининг минимал қалинлигини аниқланг (1.63-расм). Рухсат берилган кучланиш $\sigma = 13734 \cdot 10^4$ Н/м² $= 1400$ кГ/см² деб қабул қилинсин.

Жавоб: $e = 6,4$ мм



1.63-расм.



1.64-расм.

1.82-машқ.

Ёғоч цилиндрик бочка диаметри $d = 1000$ мм, баландлиги $h = 1200$ мм 50×3 мм икки пўлат халка билан тортилган, унинг кўриниши 1.64-расмда кўрсатилган ($a = 200$ мм, $b = 800$ мм). Бочканинг юқори қисмига қувур қуйилган булиб унга $h_1 = 1300$ мм баландликдаги сув қуйилган. Юқориги ва пастки халқадаги материал кучланишнани аниқланг.

Жавоб: 1) $\sigma_n = 43,2 \cdot 10^6$ Н/м² $= 4,4 \cdot 10^2$ кГ/см²;

2) $\sigma_n = 31,4 \cdot 10^6$ Н/м² $= 3,2 \cdot 10^2$ кГ/см².

1.83-машқ.

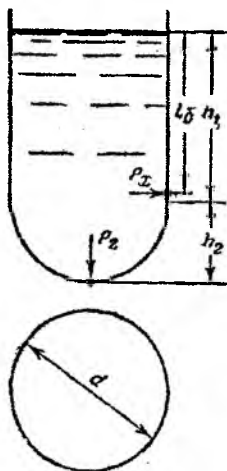
Диаметри $d = 4$ м цилиндрик резервуар ярим сфера шаклидаги тубга эга. Резервуарнинг юқориги қисми баландлиги $h_1 = 4$ м (1.65-расм), пастки қисмидаги эса $h_2 = 4$ м. Резервуар тубига P_2 нефтнинг (нисбий оғирлик $\gamma_n = 7848 \text{ Н/м}^3 = 800 \text{ кг/м}^3$) манометрик босим кучини ҳисобланг.

Ҳаёлан резервуарни икки қисмга бўлиб, шу куч турган нуқтаси ва резервуар ён сиртини ярмига таъсир қилаётган P_x манометрик босим кучини аниқланг.

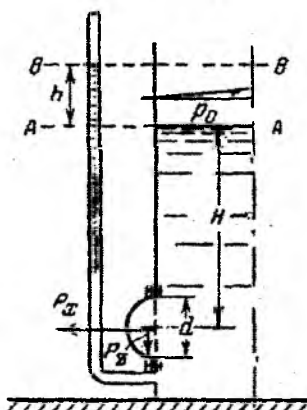
Жавоб: $P_2 = 526 \text{ кН} = 53,0 \cdot 10^3 \text{ кг}$, $P_x = 490 \text{ кН} = 50 \cdot 10^3 \text{ кг}$;
 $l_g = 3,83 \text{ м}$.

1.84-машқ.

Бензорезервуар ён деворларига ўрнатилган қуриш туйнуғи $d = 0,6$ м диаметрли ярим сферик қопқоқ билан беркитилган (1.66-расм).



1.65-расм.



1.66-расм.

Агар бензин сатхи тешиқ маркази устидан $H = 2,0$ м, бензин бугларининг манометрик босими эса $p_0 = 4120 \text{ Н/м}^2 = 0,042 \text{ кг/см}^2$ ($h = 0,6$ м) га тенг бўлганда, болтлар билан олинган, ажратувчи P_x ва силжитувчи P_z кучларни аниқланг. Бензиннинг солиштирма оғирлиги $\gamma_n = 6867 \text{ Н/м}^3 = 700 \text{ кг/м}^3$.

Жавоб: $P_x = 5046 \text{ Н} = 514 \text{ кг}$; $P_z = 388 \text{ Н} = 39,6 \text{ кг}$.

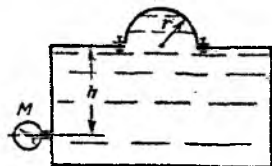
1.85-машқ.

Агар манометр кўрсаткичи $p_0 = 26487 \text{ Н/м}^2 = 0,27 \text{ кг/см}^2$ бўлса, радиуси $r = 0,5 \text{ м}$ ярим сферик копоқ болтлари билан қабул қилинган очиш кучини аниқланг. Сув чуқурлиги $h = 1,2 \text{ м}$ (1.67-расм).

Жавоб: $8984 \text{ Н} = 915,8 \text{ кг}$.

1.86-машқ.

Цилиндрик шаклдаги идиш солиштирма оғирлиги $\gamma_n = 7848 \text{ Н/м}^2 = 800 \text{ кг/м}^3$ бўлган нефт билан тўлдирилган. Идиш юқориги қисми диаметри $d = 0,40 \text{ м}$, баландлиги $h_1 = 0,60 \text{ м}$, пастки қисми $D = 1 \text{ м}$ ва баландлиги $h_2 = 0,30 \text{ м}$ (1.68-расм).



1.67-расм.

Аниқлаш керак.

- 1) P_d идиш тубига ва P_r горизонтал штрихланган сиртга мойнинг манометрик босим кучини.
- 2) P'_x ва P''_x узилиш кучи ва уларнинг ётган нукталарини.
- 3) P_x узувчи куч суммар катталигини ва уни ётган нуктасини.

Идиш оғирлигини ҳисобга олмасдан, идиш турган полдан қабул қилинган G кучни.

Жавоб: 1) $P_d = 5545 \text{ Н} = 565,2 \text{ кг}$; $P_r = 3105 \text{ Н} = 316,5 \text{ кг}$;

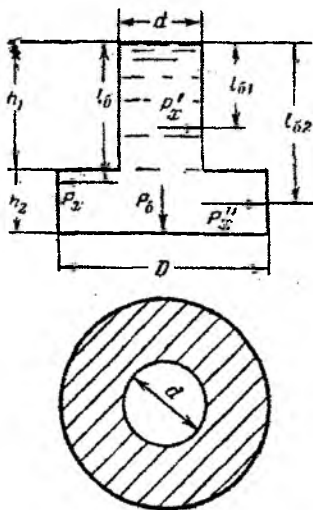
2) $P'_x = 565 \text{ Н} = 57,6 \text{ кг}$; $P''_x = 1766 \text{ Н} = 180 \text{ кг}$; $l_{61} = 0,4 \text{ м}$, $l_{62} = 0,76 \text{ м}$;

3) $P_x = 2331 \text{ Н} = 237,6 \text{ кг}$, $l_6 = 0,673 \text{ м}$;

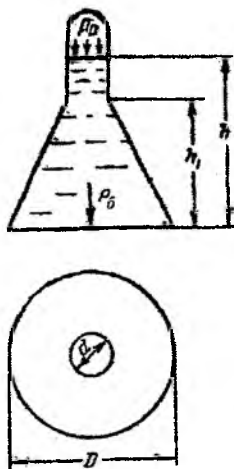
4) $G = 2440 \text{ Н} = 248,7 \text{ кг} = P_d - P_r$.

1.87-машқ.

Пастки қисмидан $h_1 = 60 \text{ см}$ баландликда диаметри $D = 80 \text{ см}$ дан $d = 60 \text{ см}$ гача ўзгарувчи кесик конусли идиш полга ўрнатилган. (1.69-расм). Идиш герметик ёпилган ва баландлиги $h = 80 \text{ см}$ гача сув билан тўлдирилган. Сув остида манометрик босим $p_0 = 9810 \text{ Н/м}^2 = 0,1 \text{ кг/см}^2$.



1.68-расм.



1.69-расм.

Аниқлаш керак.

- 1) P_d идиш тубига манометрик босим кучини.
- 2) Идиш оғирлигини ҳисобга олмасдан қандай G куч билан идиш полга таъсир қилаётганини ҳисобланг;
- 3) Гидростатик парадоксни тушунтиринг, конуссимон ён сиртга таъсир қилаётган, вертикал ташкил қилувчи куч P_z нима учун аниқланади?

Жавоб:

- 1) $P_d = 8871 \text{ Н} = 904,32 \text{ кГ}$;
- 2) $G = P_d - P_z = 1663 \text{ Н} = 169,56 \text{ кГ}$;
- 3) $P_z = 7208 \text{ Н} = 734,76 \text{ кГ}$.

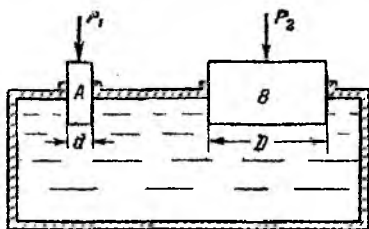
ОДДИЙ ГИДРАВЛИК МАШИНАЛАР

1.88-машқ.

Гидравлик преснинг A поршени диаметри $d = 5 \text{ см}$. B поршенга таъсир қилаётган куч

$$P_1 = 196,2 \text{ Н} = 20 \text{ кГ}$$

$P_2 = 5886 \text{ Н} = 600 \text{ кГ}$ кучланишни ҳосил қилади (1.70-расм).



1.70-расм.

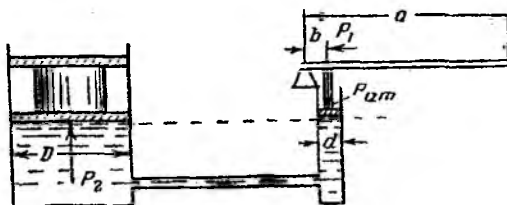
Поршен оғирлигини ҳисобга олмаган ҳолда, B поршен диаметрини аниқланг.

Жавоб: $D = 27,4 \text{ см.}$

1.89-машқ.

Агар рычагининг катта елкаси узунлиги $a = 1 \text{ м}$, кичигиники $b = 0,1 \text{ м}$, пресс поршенининг диаметри $D = 250 \text{ мм}$, насос поршенининг диаметри $d = 25 \text{ мм}$, бир ишчининг кучланиши $P = 147 \text{ Н} = 15 \text{ кг}$ бўлса, Гидравлик пресснинг биринчи томонидан ҳосил қилинувчи P_2 сиқувчи кучни аниқланг. Фойдали иш коэффициентини $\eta = 0,85$ (1.71-рasm).

Ҳисоблаш: Насос поршенига келаётган босим кучини аниқлаймиз,



1.71-рasm.

$$P_1 = P \frac{a}{b} = 147 \frac{100}{10} = 1470 \text{ Н} = 150 \text{ кг.}$$

Поршен юзаси

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 2,5^2}{4} = 4,906 \text{ см}^2.$$

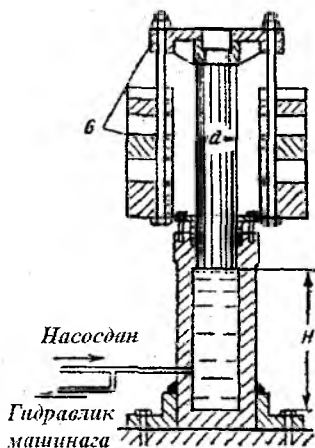
Насос поршени остидаги гидростатик босим

$$p = \frac{P_1}{\omega} = \frac{1470 \cdot 10^4}{4,906} = 300 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 3$$

Пресс поршени юзаси

$$\Omega = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 25^2}{4} = 490,62 \text{ см}^2.$$

Пресснинг фойдали иш коэффициентини $\eta = 0,85$ ни ҳисобга олиб, сиқилаётган кучланишни аниқлаймиз,



1.72-рasm.

$$P_2 = \eta p \Omega = 0,85 \cdot 300 \cdot 490,62 = 12,5 \cdot 10^4 \text{ Н} = 125 \text{ кгН} = 12,75 \cdot 10^3 \text{ кг.}$$

P_2 сиқиш кучланишини аниқлаш учун формула умумий кўринишда қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$P_2 = \eta P \frac{a}{b} \left(\frac{D}{d} \right)^2 = 0,85 \cdot 147 \frac{100}{10} \left(\frac{25}{2,5} \right)^2 = 12,5 \cdot 10^4 \text{ Н} = 125 \text{ кН} = 12,75 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

1.90-машқ.

156960 Н = 16 · 10³ кГ га тенг P_2 кучни олиш учун гидравлик пресс-га қандай P кучни қўйиш кераклигини аниқланг. Кичик поршен диаметри $d = 25$ мм, катта поршен диаметри $D = 250$ мм. Икки поршен ҳам бир хил сатҳда турибди. Поршенларнинг ҳаракатдаги тебраниши ва уларнинг оғирлиги ҳисобга олинмасин. Ричагнинг катта елкаси $a = 1$ м, кичиги $b = 0,1$ м (1.71-расм).

Жавоб: $P = 156,96$ Н = 16 кГ.

1.91-машқ.

Гидравлик юк аккумулятори ҳосил қилган босимни (1.72-расм) ва қуйидагилар берилганда, уларнинг захира энергиясини аниқланг: ҳаракатдаги қисм оғирлиги $G = 725940$ Н = 74 · 10³ кГ, плунжер диаметри $d = 20$ см, плунжернинг қўндаланг кесим юзаси $\omega = 314$ см², плунжер йўли $H = 6$ м. Аккумуляторнинг фойдали иш коэффициентини $\eta = 0,85$.

Ҳисоблаш: Аккумуляторнинг фойдали иш коэффициентини ҳисобга олиб, юк билан плунжерни туширганда цилиндрда ҳосил бўладиган гидростатик босимни аниқлаймиз:

$$p = \frac{G\eta}{\omega} = \frac{725940 \cdot 0,85 \cdot 10^4}{314} = 1965 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 200,32 \text{ кГ/см}^2.$$

Аккумуляторда захираланган энергия,

$$E = p\omega H = 1965 \cdot 10^4 \cdot 314 \cdot 10^{-4} \cdot 6 = 3702060 \text{ Нм} = 377402 \text{ кГ} \cdot \text{м} = 3702060 \text{ Ж} = 3,7 \text{ мЖ}.$$

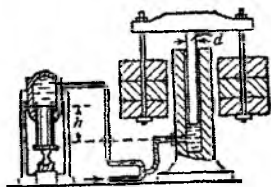
Шунингдек, аккумулятор ёрдамида 3702060 Ж га тенг иш бажарилиши мумкин.

Аккумуляторнинг зарур бўлган ҳажми

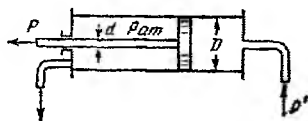
$$W = \omega H = 314 \cdot 600 = 188400 \text{ см}^3 \approx 0,188 \text{ м}^3.$$

1.92-машқ.

Маҳсулотни штамплаш учун гидравлик аккумулятор қўлланилади (1.73-расм). Юк билан бирга ром оғирлиги 156960 Н = 16 · 10³ кГ га тенг. Плунжер диаметри $d = 12$ см, гидравлик пресс поршени диаметри эса $D = 30$ см.



Насосдан
1.73-расм.



1.74-расм.

Ҳисобланг:

1. Маҳсулот штампланганда пресси бузиши мумкин бўлган кучланишни. Ҳисобда пресс ва аккумулятор орасидаги h суюқлик устун баландлиги ва қаршилиқлар ҳисобга олинмасин.
2. $h=1$ м сув устун босими ҳисобланмаган ҳолдан кучланишни аниқлашдаги нисбий хато қандай?

Жавоб: 1) $981 \text{ кН} = 100 \cdot 10^3 \text{ кГ}$; 2) $0,08 \%$.

1.93-машқ.

Агар поршен диаметри $D=100 \text{ мм}$, гидравлик цилиндрга ўнгдан келаётган босим эса, $p'=78,48 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 8 \text{ кГ/см}^2$ бўлса, штокка таъсир қилаётган P кучни аниқланг. Поршендан чапдаги босим $p_{ам}=9,81 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 1 \text{ кГ/см}^2$, шток диаметри эса $d=30 \text{ мм}$ (1.74-расм). Цилиндрдаги поршен тебраниши, шунингдек салникдаги шток ҳисобга олинмасин.

Жавоб: $P=5460 \text{ Н} = 556,6 \text{ кГ}$.

ЖИСМЛАРНИНГ СУЗИШИ

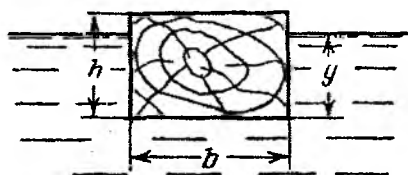
1.94-машқ.

Агар бруснинг чўкиши $y=16 \text{ см}$ бўлса, кенглиги $b=30 \text{ см}$, баландлиги $h=20 \text{ см}$ ва узунлиги $l=100 \text{ см}$ ўлчамларга эга бўлган бруснинг солиштирма оғирлигини аниқланг (1.75-расм).

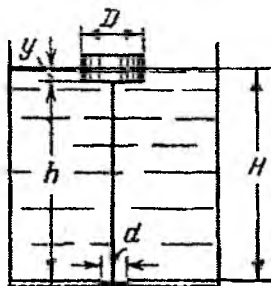
Жавоб: $\gamma_{бр}=7848 \text{ Н/м}^3 = 800 \text{ кГ/м}^3$.

1.95-машқ.

$50 \times 50 \times 10 \text{ см}$ ўлчамдаги муз парчаси температураси 0°С сув билан тўлдирилган идишда эркин сузиб юрибди. Музнинг нисбий оғирлиги $0,9$. Агар муз эриса, идишдаги сув сатҳи ўзгарадими? Нима учунлигини тushунтиринг.



1.75-расм.



1.76-расм.

1.96-машқ.

$H \geq 80$ см бензин қатламининг қалинлигида $d = 4$ см диаметрда клапанны автоматик очилишини таъминлаб бера оладиган $D = 20$ см диаметрли пўкак оғирлигини аниқланг (1.76-расм). Тортгич узунлиги $h = 74$ см. Клапан оғирлиги ва торттилиши $17 H = 0,173$ кГ қабул қилинган. Бензиннинг нисбий солиштирма оғирлиги 0,75.

Ҳисоблаш: Пўкакнинг мувозанат шартини тузамиз:

$$G_n + \gamma_6 \frac{\pi d^2}{4} H + G_{\kappa} = \gamma_6 W,$$

бунда

$$W = \frac{\pi d^2}{4} y = \frac{3,14 \cdot 400}{4} 6 = 1884 \text{ см}^3.$$

Пўкак оғирлиги

$$G_n = \gamma_6 W - \gamma_6 \frac{\pi d^2}{4} H - G_{\kappa}.$$

Сонли ифодаларни қўйиб, $\frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 4^2}{4} = 12,56 \text{ см}^2$ ва

$\gamma_6 = 0,75 \gamma = 0,75 \cdot 9810$ ни ҳисобга олиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$G_n = 0,75 \cdot 9810 \cdot 1884 \cdot 10^{-6} - 0,75 \cdot 9810 \cdot 12,56 \cdot 80 \cdot 10^{-6} - 1,7 = 4,77 \text{ Н} = 0,468 \text{ кГ}$$

Шунингдек, пўкак оғирлиги $G_n = 4,77 \text{ Н} = 0,468 \text{ кГ}$ бўлиши керак.

1.97-машқ.

18×9 м түгри бурчакли баржа, унга кум ортилганда кум ортилишидан олдинги бошланғич ҳолати билан солиштирганда сувга 0,5 м ботади.

Аниқлаш керак:

1. Баржадаги кум хажмини (кумнинг солиштирма оғирлиги иккига тенг).

2. Баржадаги қум тубнинг тўла юзасига бир текис қаватда ётқизилган деб ҳисобга олиб, қум қаватининг баландлигини.

Ҳисобда девор калинлиги ҳисобга олинмасин.

Жавоб: 1) $40,5 \text{ м}^3$; 2) $0,25 \text{ м}$

1.98-машқ

Гранит бўлаги ҳавода $14,72 \text{ Н} = 1,5 \text{ кГ}$ ва суюқликда $10,01 \text{ Н} = 1,02 \text{ кГ}$, $0,8$ нисбий солиштирма оғирликка эга. Қуйидаги бирликлар системасида гранит бўлаги ҳажмини, унинг зичлиги ва нисбий оғирлигини аниқланг.

- 1) МКГСС системасида
- 2) СИ халқаро бирликлар ситемасида.

Жавоб:

$$1) 600 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3; \rho_{\text{МКГСС}} = 254,8 \text{ кГ} \cdot \text{сек}^2 / \text{м}^4; (\gamma_{\text{сп}})_{\text{МКГСС}} = 2500 \text{ кГ} / \text{м}^3;$$

$$2) 600 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3; \rho_{\text{СИ}} = 2500 \text{ Н} \cdot \text{сек}^2 / \text{м}^4 = 2500 \text{ кг} / \text{м}^3;$$

$$(\gamma_{\text{сп}})_{\text{СИ}} = 24525 \text{ Н} / \text{м}^3 = 24,5 \text{ кН} / \text{м}^3.$$

1.99-машқ

Ўлчами $5,0 \times 0,30 \text{ м}$, баландлиги $0,30$ бўлган ёғоч брус сувга тушурилган. Агар бруснинг нисбий оғирлиги $0,7$ бўлса, у қандай чуқурликка ботади? Бруснинг юқориги сирти сувнинг эркин сирти билан тенг бўлиши учун брусда неча киши туриши керак? Ҳар бир кишининг ўртача оғирлиги $67,5 \text{ кг}$ деб ҳисоблансин.

Жавоб: $0,21 \text{ м га}$; 2 киши.

1.100-машқ

Узунлиги 60 м , кенглиги 8 м , баландлиги $3,5 \text{ м}$ қум ортилган тўғри тўртбурчакли металл баржа оғирлиги $14126 \text{ кН} = 1440 \cdot 10^3 \text{ кГ}$. Баржа лойқасини аниқланг. Агар нам қумнинг нисбий солиштирма оғирлиги $2,0$ бўлса, баржанинг ботиш чуқурлиги $1,2 \text{ м}$ бўлиши учун қанча ҳажмдаги $V_{\text{қ}}$ қумни олиб ташлаш керак.

Жавоб: $y = 3 \text{ м}$; $V_{\text{қ}} = 432 \text{ м}^3$.

1.101-машқ

Сув ости кемасининг ҳажмий сув сиғими 600 м^3 . Кемани чуқтириш мақсадида бруслар 80 м^3 ҳажмдаги денгиз суви билан тўлдирилди. Денгиз сувининг солиштирма нисбий оғирлиги $1,025$.

Аниқлаш керак:

1. Агар сув ости кемасидан ҳамма сув олиб ташланса ва у сузиб юрса, кема ҳажмининг қандай қисми (фоизларда) сувга ботиб туради.

2. Сувсиз сув ости кемаси оғирлиги нимага тенг?

Жавоб: 1) 86,7 %; 2) $522,9 \cdot 10^4 \text{ Н} = 5229 \text{ кН} = 533 \cdot 10^3 \text{ кГ}$.

1.102-машқ.

Вертикал кирраларининг томонлари 1,2 м ли тенг ёнли учбурчак ҳосил қилган, 4 м узунликдаги ярим призматик идиш сувда сузаяпти. Металл идиш (солиштира нисбий оғирлиги 7,8) деворлари қалинлиги $t = 5 \text{ мм}$.

Аниқлаш керак:

1. Идиш сувга 0,8 м чуқурликка ботиши учун керосинни ($\gamma_k = 7456 \text{ Н/м}^3 = 760 \text{ кГ/м}^3$) қандай куч билан идишга қуйиш керак?
2. Агар керосин ўрнига идишга шунча қалинликдаги сув қуйилса, унинг чуқиши нимага тенг бўлади?

Жавоб: 1) тахминан 0,78 м; 2) 0,89 м атрофида.

1.103-машқ.

$G_1 = 2550 \text{ Н} = 2,55 \text{ кН}$

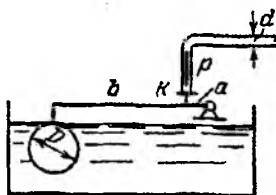
оғирликдаги юкни дарёдан олиб ўтиш учун ёғоч ходалар сонини аниқланг. Ходалар диаметри $d = 16 \text{ см}$, узунлиги $l = 7 \text{ м}$. Ходаларнинг сувга ботиш чуқурлиги $y = 13 \text{ см}$ атрофида бўлиши керак. Олиб ўтувчи оғирлиги 75 кг. Хўлланган ходаларнинг солиштира нисбий оғирлиги 0,75. Соллар эркин сиртда қалқиб туриш учун қанча ходалар керак бўлади.

Жавоб: $n \approx 20 \text{ та}$; $n = 10 \text{ та}$.

1.104-машқ.

ab кувор тешиги рычаг горизонтал ҳолатда бўлганда ёпиладиган, k клапан сувнинг қандай p манометрик босимида сув кувори ичида очилишини аниқланг (1.77-расм). b елка a елкадан 5 марта катта. Кувор диаметри $d = 50 \text{ мм}$, ярим шарники эса $D = 200 \text{ мм}$. Ҳисобда ярим шар оғирлиги, шунингдек рычаг оғирлиги ҳисобга олинмасин. Идишда сув бор.

Жавоб: $p \geq 12,56 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 1,28 \text{ кГ/см}^2$.



1.77-расм.

1.105-машқ.

1.78-расмда кўрсатилган, солиштирма нисбий оғирлиги 0,8 бўлган ёғоч брус сувда оғмай устивор турадими? Биринчи ҳолатда бруснинг ўлчамлари қуйидагича: баландлиги $h_1 = 30$ см, кенглиги $b_1 = 20$ см, иккинчи ҳолатда эса $h_2 = 20$ см, $b_2 = 30$ см. Брус узунлиги икки ҳол учун бир хил $l > b_2$ бўлиб, у сувга ботиб турибди.

Жавоб: 1) Брус устивор эмас, $\rho = 1,39$ см $< \delta = 3$ см;

2) Брус устивор, $\rho = 4,69$ см $> \delta = 2$ см.

1.106-машқ.

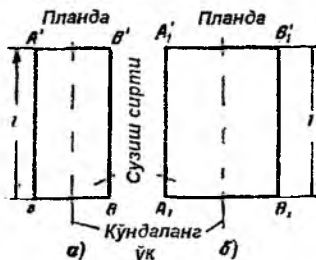
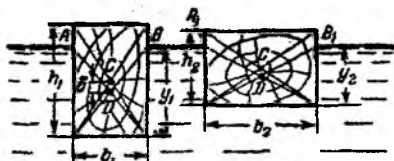
Агар ёғоч цилиндрининг солиштирма нисбий оғирлиги 0,7, диаметри $d = 0,6$ м бўлса, сувда сузаётган h баландликдаги ёғоч цилиндрининг устиворлигини аниқланг. Машқни икки ҳол учун ечинг: 1) $h = 0,5$ м,

2) $h = 0,4$ м.

Жавоб:

1. Цилиндр устивор эмас,
 $\rho = 0,064$ м $< \delta = 0,075$ м;

2. Цилиндр устивор,
 $\rho = 0,080$ м $> \delta = 0,06$ м.



1.78-расм.

1.107-машқ.

Ўлчамлари бўйича бир хил, кўндаланг кесими юзаси квадрат, бир хил материалдан ишланган қуйидагича нисбий солиштирма оғирликка эга бўлган брусларнинг сувда сузиш устиворлигини текширинг:

- 1) эман ($\eta = 0,90$),
- 2) бук ($\eta = 0,80$),
- 3) қайин ($\eta = 0,75$),
- 4) сосна ($\eta = 0,50$),
- 5) дарахт (пробковое дерево) ($\eta = 0,25$),
- 6) махсус енгил материал ($\eta = 0,125$).

Ҳисоблаш:

$$\gamma_1 W_1 = \gamma W,$$

бундан

$$\frac{W}{W_1} = \frac{\gamma_1}{\gamma} = \eta,$$

бунда, W_1 ва γ_1 – бруснинг солиштирма оғирлиги ва хажми; W ва γ – сувнинг солиштирма оғирлиги ва сув сўғими; $\eta = \gamma_1/\gamma$ – нисбий солиштирма оғирлик;

$$W_1 = a^2 l, \quad W = \gamma a l \quad \text{бўлганлиги учун}$$

$$\frac{W}{W_1} = \frac{\gamma a l}{a^2 l} = \frac{\gamma}{a} = \eta.$$

Бундан,

$$y = a \eta.$$

Сув сўғими маркази ва оғирлик маркази ўртасидаги масофани аниқлаймиз

$$\delta = \frac{a}{2} - \frac{y}{2} = \frac{a}{2} - \frac{a}{2} \eta = \frac{a}{2} (1 - \eta).$$

Метамарказий радиусни аниқлаймиз

$$\rho = \frac{J_0}{W},$$

бунда J_0 – бўйлама ўққа нисбатан сузиш текислиги инерция моменти.

$$J_0 = \frac{la^3}{12} \quad \text{ва} \quad W = \gamma a l \quad \text{бўлгани учун}$$

$$\rho = \frac{la^3}{12\gamma a l} = \frac{a^2}{12\gamma} = \frac{a^2}{12a\eta} = \frac{a}{12\eta}.$$

Бруслар оғишда устивор туришлари учун (1.20) шартни бажариш зарур:

$$\rho > \delta \quad \text{ёки} \quad \frac{\rho}{\delta} > 1.$$

Қўрилаётган ҳолда

$$\frac{\rho}{\delta} = \frac{2a}{12\eta a(1-\eta)} = \frac{1}{6\eta(1-\eta)} > 1.$$

Шунингдек, агар $6\eta(1-\eta) < 1$ бўлса, бруслар устивор бўлади.

$6\eta(1-\eta)=1$ тенгламанинг илдизини топамиз ва қуйидаги кўринишда қайта ёзамиз:

$$\eta^2 - \eta + \frac{1}{6} = 0;$$

бу тенгламанинг илдизи қуйидагича бўлади:

$$\eta = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} - \frac{1}{6}} = 0,5 \pm 0,289$$

яъни

$$\eta_1 = 0,789 \text{ ва } \eta_2 = 0,211.$$

Брусларнинг топилган нисбий солиштирма оғирлигида метомарказ жисм оғирлик маркази билан тўғри келади ва шунингдек, G ва P бир жуфт кучлар моменти нолга тенг – брус аҳамиятсиз мувозанат ҳолатида жойлашган.

Топилганлардан фарқи, нисбий солиштирма оғирликда бруслар ёки устивор бўлади, ёки бўлмайди.

Берилган олти ҳол учун ρ/δ нисбатни топамиз. Ҳисоб натижаларини 1.1-жадвалга киритамиз.

1.5-жадвал

Брус №	1	2	3	4	5	6
η	0,90	0,80	0,75	0,5	0,25	0,125
ρ/δ	1,85	1,04	0,89	0,67	0,89	1,25

Жадвалдан кўриниб турибдики, нисбий солиштирма оғирликдаги бруслар, катталари $\eta = 0,789$ ва кичиклари $\eta_2 = 0,211$ устивор; нисбий солиштирма оғирликдаги бруслар, кичиклари $\eta_1 = 0,789$ ва катталари $\eta_2 = 0,211$ устивор эмас.

II бoб. БЕРНУЛЛИ ТЕНГЛАМАСИ ВА СУЮҚЛИК ХАРАКАТИДАГИ НАПОР ЙЎҚОЛИШЛАРИ

Бернулли тенгламаси гидродинамиканинг асосий тенгламаси ҳисобланиб, реал ҳолатдаги суюқликнинг текис барқарор секин ўзгарувчан ҳаракатланаётган оқими учун қуйидаги кўринишга эга:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_f, \quad (2.1)$$

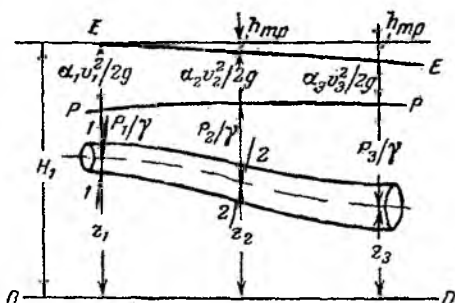
бунда z – геометрик напор, яъни ихтиёрий вазиятда жойлашган таққослаш текислигидан қаралаётган ҳаркатдаги кесим оғирлик марказигача бўлган масофа (2.1-расм). Индекслар қаралаётган ҳаркатдаги кесимлар тартибига тегишли; p/γ – суюқликнинг ўз оғирлиги ҳисобига кўтарилиш баландлиги ёки пьезометрик напор; $\alpha v^2/2g$ – тезлик напори ёки оқим ўртача тезлиги ҳисобига кўтариладиган баландлиги; h_f – кесимлар оралиғида оқимнинг гидравлик қаршиликни енгшишга сарфланган напори, яъни напор йўқолиши.

(2.1) тенгламанинг ҳамма ҳадлари чизикли ўлчамга эга. $z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g}$

уч ҳаднинг йиғиндиси *гидродинамик напор* деб аталади ва H ҳарфи билан белгиланади. Энергетик нуқтаи назардан $z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g}$ йиғинди *солиштир-*

ма оқим энергиясини ($z + \frac{p}{\gamma}$ потенциал ва $\alpha v^2/2g$ – кинетик), яъни

суюқлик оқимининг энергиясининг бирлик массага нисбатан миқдорини ифодалайди; h_f – кесимлар орасидаги қаршиликларни енгшишга кетадиган солиштирма энергияси.



2.1-расм.

v кесимдаги ўртача тезлик оқимнинг барқарор ҳаракати учун оқимнинг узлуксизлик тенгламасидан аниқланади:

$$Q = \omega_1 v_1 = \omega_2 v_2 = \dots = \omega v = \text{const}, \quad (2.2)$$

бунда Q – оқим сарфи; ω – ҳаракатдаги кесим юзаси.

Текис ўзгарувчан ҳаракатда α Кориолис коэффиценти, яъни оқимнинг ҳаракатдаги кесими бўйлаб тезлик тақсимланишининг бир хил эмаслигини ҳисобга олувчи коэффицент. У амалий ҳисобларда 1,0 – 1,1 га тенг деб қабул қилинади.

$E-E$ солиштира энергия чизиғи (2.1) гидравлик нишаблик деб аталади, яъни

$$I = -\frac{dH}{dl} = \frac{d\left(z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g}\right)}{dl}.$$

Узунлик бўйича напор йўқолишининг қаралаётган кесимлар узунлигига нисбати билан аниқланади:

$$I = \frac{h_{\text{ггк}}}{l} = \frac{z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}\right)}{l}. \quad (2.3)$$

$P-P$ пьезометрик чизиқ нишаблиги пьезометрик нишаблик деб аталади (2.1-расм)

$$I_p = -\frac{d\left(z + \frac{p}{\gamma}\right)}{dl}.$$

Оқим ўртача тезлиги ўзунлик бўйича доимий қолгандаги текис ҳаракатида, гидравлик нишаблик пьезометрик нишабликка тенг, яъни $I = I_p$.

Ҳаракат тартиблари ва напор йўқолиши ҳисоби. Напор йўқолиши қатъий равишда ҳаракат тартибига боғлиқ (ламинар, турбулент ҳаракат тартиблари). Ҳаракат тартибини аниқлаш учун ўлчамсиз Re – Рейнольдс сонини ҳисоблаш зарур ва уни критик Рейнольдс сони $Re_{кр}$ деб аталадиган бу соннинг чегаравий қиймати билан солиштириш керак.

Суюқлик айлана шаклидаги қувурда напорли ҳаракатланганда, Рейнольдс сони қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$Re = \frac{vd}{\nu} \quad (2.4)$$

Напорсиз оқим учун

$$Re_{(R)} = \frac{vR^2}{\nu} \quad (2.5)$$

(2.4) ифодада характерли геометрик ўзун ўлчамли сифатида d диаметр қабул қилинган, (2.5) ифодада эса ҳаракатдаги кесим юзаси ω ни

хўлланган периметр χ га нисбатига тенг бўлган R гидравлик радиус (напорли ҳаракатдаги айлана шаклидаги қувурлар учун $R = \frac{d}{4}$).

Температурага боғлиқ бўлган ν — кинематик ёпишқоқлик коэффицентини қиймати I жадвалда келтирилган.

Агар

$$Re < Re_{кр} = \frac{v_{кр} d}{\nu} = 2320 \quad (2.6)$$

ёки

$$Re_{(R)} < Re_{кр} = \frac{v_{кр} R}{\nu} = 580 \quad (2.7)$$

бунда ҳаракат тартиби барқарор ламинар бўлади.

Гидротехник амалиётда суюқлик ҳаракат тартиби одатда юқоридаги эслатиб ўтилган критик қийматни нисбатан оширувчи Рейнольдс сони билан ҳарактерланади, шунинг учун турбулент ҳаракат тартиби мавжуд.

Бернулли тенгламасини қўллаш учун h_f — напор йўқолишини микдорини аниқлаш зарур.

Умумий напор йўқолиши маҳаллий ва узунлик бўйича йўқолган напорлар йиғиндисига тенг.

$$h_f = \Sigma h_l + \Sigma h_m \quad (2.8)$$

бунда Σh_l — ўзан оқими ёки қувурнинг алоҳида соҳасида узунлик бўйича напор йўқолиш йиғиндис; Σh_m — қўрилаётган соҳалардаги барча маҳаллий қаршилиқлар йиғиндис.

Узунлик бўйича напор йўқолиши қуйидаги Дарси-Вейсбах формуласи ёрдамида аниқланади:

$$h_l = \lambda \frac{l}{4R} \frac{v^2}{2g} \quad (2.9)$$

бунда R — гидравлик радиус; l — иккита қўрилаётган кесим орасидаги соҳа узунлиги; λ — гидравлик ишқаланиш коэффиценти (Дарси коэффиценти).

Напор ҳаракати айлана қувур учун

$$h_l = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (2.10)$$

бунда d — қувур диаметри.

Ламинар ҳаракатда λ гидравлик ишқаланиш коэффиценти Рейнольдс сонига функционал боғлиқ бўлиб, қуйидаги Пуазейль формуласи ёрдамида ҳисобланади:

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{16}{Re_{(R)}} \quad (2.11)$$

Узунликдаги йўқолиш биринчи даражада тезлик билан пропорционал.

Ламинар тартибда қувурлардаги тезлик тарқалиш эпюраси парабола кўринишида бўлади.

$$u = u_{\max} \left[1 - \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 \right],$$

бунда u – нуқтадаги тезлик, қувур ўкига нисбатан r масофада жойлашган; r_0 – қувур радиуси; $u_{\max}$ – $r=0$ бўлганда қувур ўқи бўйича максимал тезлик:

$$u_{\max} = \frac{\gamma}{4\mu} r_0^2 = \frac{gI}{4\nu} r_0^2, \quad (2.12)$$

бунда I – гидравлик нишаблик; g – оғирлик кучи тезланиши; ν – суюқликнинг кинематик ёпишқоқлик коэффициентини; μ – ёпишқоқлик коэффициентини.

Бу ҳолда қувурда тезлик тақсимланиш эпюраси

$$\frac{u}{u_{\max}} = 1 - \left(\frac{r}{r_0} \right)^2, \quad (2.13)$$

Айлана қувурларда ламинар тартибда ҳаркатланаётган оқимнинг нисбий тезликлари эпюралари ўзаро ўхшашдир.

Айлана қувурларда ламинар тартибда ҳаркатланаётган оқимнинг ўртача тезлиги максимал тезлик ярмига тенг:

$$v = 0,5u_{\max}. \quad (2.14)$$

Турбулент тартибда гидравлик қаршилик (λ)ни аниқлаш учун ягона ифодани танлаш қийин масаладир. Бунинг сабаби асосий қаршилик соҳаларида λ нинг қиймати хар хил бўлади:

1. Гидравлик силлиқ ўзанлар соҳаси қуйидагича ифодаланади:

$$\delta_n \gg \Delta,$$

бунда δ_n – ламинар қатлам калинлиги, деворга яқин жойлашган, шартли равишда ламинар парда дейилади; Δ – девор ғадир-будирлигининг ўртача баландлиги ёки абсолют ғадир-будирлик девор материалига ва унга бериладиган ишловга боғлиқ.

Напорли айлана қувурда ҳаракатланаётган оқим учун ламинар қатлам калинлиги қуйидагича аниқланади:

$$\delta_n = 30 \frac{d}{\text{Re} \sqrt{\lambda}}. \quad (2.15)$$

Агар турбулент тартиб ва (2.4) тенгламадаги Рейнольдс сони ҳисоби шартини қаноатлантирса

$$\text{Re} \leq 27 \left(\frac{d}{\Delta} \right)^{8/7}, \quad (2.16)$$

соҳа гидравлик силлиқ қувурлар соҳаси деб аталади.

Гидравлик силлиқ қувур учун λ коэффициент девор ғадир-будирлигига боқлиқ эмас ва уни Колбрук тенгламаси ёрдамида аниқлаш мумкин.

$$\lambda = \frac{1}{(1,8 \lg Re - 1,52)^2}. \quad (2.17)$$

λ қийматининг ҳисоби силлиқ қувур учун 2.1-жадвалда келтирилган Рейнольдс сонига боғлиқдир.

2. Қаршилиқнинг ўтиш соҳаси, деворнинг ғадир-будирлик баландлиги Δ қалинликдек δ_n тартиб бўлган ҳолатда кузатилади.

Агар (2.4) тенглама ёрдамида Рейнольдс сони маълум интервалда бўлса, қаршилиқнинг ўтиш соҳасига эга бўламиз.

$$27 \left(\frac{d}{\Delta} \right)^{8/7} < Re < 191 \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \frac{d}{\Delta}, \quad (2.18)$$

2.1-жадвал

Re	λ	Re	λ	Re	λ	Re	λ
4 000	0,0403	30 000	0,0233	150 000	0,0164	700 000	0,0123
5 000	0,0376	35 000	0,0224	200 000	0,0155	800 000	0,0121
6 000	0,0356	40 000	0,0217	250 000	0,0147	1 000 000	0,0116
7 000	0,0340	45 000	0,0212	300 000	0,0143	1 500 000	0,0108
8 000	0,0328	50 000	0,0207	350 000	0,0141	2 000 000	0,0103
10 000	0,0308	60 000	0,0198	400 000	0,0136	2 500 000	0,0100
15 000	0,0276	70 000	0,0192	450 000	0,0133	3 000 000	0,0096
20 000	0,0257	80 000	0,0186	500 000	0,0130	3 500 000	0,0095
25 000	0,0243	100 000	0,0178	600 000	0,0126	-	-

Бу соҳада $\lambda = f\left(Re, \frac{r}{\Delta}\right)$, бунда r/Δ – нисбий силлиқлик (тесқари катталиқ Δ/r – нисбий ғадир-будирлик).

Қаршилиқнинг ўтиш соҳаси учун Н.З.Френкель ифодасини таклиф қилиш мумкин:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left[\frac{\Delta}{3,7d} + \left(\frac{6,81}{Re} \right)^{0,9} \right]. \quad (2.19)$$

3. Гидравлик ғадир-будир девор ёки қаршилиқнинг квадрат соҳаси тавсифи

$$\delta_n \ll \Delta.$$

Агар Рейнольдс сони (2.4) тенглама ёрдамида ҳисобланса куйидаги шартни қониктиради

$$Re \geq Re_{кр} = 191 \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \frac{d}{\Delta} \quad (2.20)$$

ёки

$$Re \geq Re = 21,6C \frac{d}{\Delta}, \quad (2.20')$$

у ҳолда қаршилиқ соҳаси квадрат бўлади.

(2.20) ва (2.20') тенгламаларда $Re_{кр}$ – Рейнольдс сони.

Қаршилиқнинг квадрат соҳасига мос келувчи $Re_{кр}$ – Рейнольдс сони, Шези коэффициент C куйидагича аниқланади:

$$C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}}, \text{ м}^{0,5}/\text{сек}$$

Силлиқ ва ғадир будир деворлар тушунчаларини шартли маънода тушуниш мумкин. Чунки битта қувурнинг ўзида ҳаракатланаётган оқим учун Рейнольдс сонини ошиши билан δ_n қалинлик камаёди, шу сабабли Рейнольдс сонининг кичик кийматларида гидравлик силлиқ бўлган қувур, Рейнольдс сонининг катта кийматларида гидравлик ғадир-будир бўлиши мумкин. Қаршилиқ соҳаси квадрат бўлганда λ нисбий силлиқлик R/Δ га боғлиқ бўлади:

$$\lambda = \frac{1}{\left(21g \frac{2AR}{\Delta}\right)^2}$$

бунда R – гидравлик радиус, A катталиқ Никурадзе тажрибаси ёрдамида бир хил шаклдаги ғадир-будирлик учун 7,4 тенг.

Бошқа ғадир-будирлик кўринишлар учун старли маълумотлар камлиги сабабли λ коэффициентини қаршилиқ соҳаси квадрат бўлганда Шези коэффициенти орқали аниқлаш мумкин:

$$\lambda = \frac{8g}{C^2} \quad (2.21)$$

Техник шароитда ва меъёрий хужжатларда ҳисоб ифодаси сифатида куйидаги ифодалар олинган:

А) Павловский формуласи бўйича

$$C = \frac{1}{n} R^y, \text{ м}^{0,5}/\text{сек} \quad (2.22)$$

бунда n – ғадир-будирлик коэффициенти, II жадвал ёрдамида аниқланади; R – гидравлик радиус, m ($0,1 m < R < 3 m$); y – даража кўрсаткичи, куйидаги ифодалар билан ҳисобланади

1) $R < 1 m$ бўлганда $y \approx 1,5\sqrt{n}$;

2) $R > 1$ м бўлганда $y \approx 1,3\sqrt{n}$.

Б) *Агроскин формуласи бўйича*

$$C = 17,72(k + \lg R), \text{ м}^{0,5}/\text{сек} \quad (2.23)$$

бунда k – силлиқлик параметри, қийматлари III жадвалда келтирилган;
 R – гидравлик радиус.

Бу ифодани бошқача кўринишда ҳам ифодаласа бўлади:

$$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R \quad (2.23')$$

Напорли қувур ҳисобларида қаршилик соҳаси квадрат бўлган ҳолатда Маннинг формуласидан фойдаланамиз

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}, \text{ м}^{0,5}/\text{сек} \quad (2.24)$$

тупроқли очик ўзан учун эса Форхгеймер формуласидан фойдаланамиз

$$C = \frac{1}{n} R^{0,2}, \text{ м}^{0,5}/\text{сек} \quad (2.25)$$

(2.24) ва (2.25) ифодаларда гидравлик радиус R метрда қўйилади.

Маннинг формуласи асосида тузилган куйидаги жадвал ва Павловский формуласига асосан тузилган графикдан C Шези коэффициентини аниқлашда фойдаланиш мумкин.

Ҳисобларни соддалаштириш мақсадида ва (2.9) ифодада λ коэффициентини квадрат соҳадаги қаршилик кўринишида қабул қилсак:

$$h_f = \frac{v^2 l}{C^2 R} \quad (2.26)$$

(2.26) ифодадан, гидравлик ғадир-будир қувурда узунлик бўйича напор йўқолиши тезлик квадратига тўғри пропорционалдир, шунинг учун соҳа қаршилиги деган ном олган. Юқоридагилардан келиб чиққан ҳолда, шуни хулоса қилиш мумкинки, турбулент тартибда Дарси коэффициентини λ ни аниқлаш учун соҳа қаршилигини аниқлаш талаб қилинади. Фақат шундан кейингина юқорида келтирилган ифода ёрдамида ҳисоб ишлари олиб борилади.

Тахминий ҳисоблар учун пўлат қувурлар диаметри $d < 500$ мм бўлганда Дарси эмпирик ифодасидан фойдаланиш мумкин,

$$\lambda = 0,02 \left(1 + \frac{1}{40d} \right) = 0,02 + \frac{0,0005}{d} \quad (2.27)$$

бунда d – диаметр, м

Умумий ҳолда, маҳаллий напор йўқолишини ҳисоблаш фортуласи куйидагича ёзилади:

$$h_{\max} = \zeta \frac{v^2}{2g} \quad (2.28)$$

бунда ζ – маҳаллий йўқолиш коэффициенти.

Кувурнинг кескин кенгайиш ҳолатида маҳаллий напор йўқолишини аниқлаш ифодаси:

$$h_{к.к} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}, \quad (2.29)$$

бунда v_1 ва v_2 — кенгайишгача ва кенгайишдан кейинги оқим бўйича кесимдаги ўртача тезлик.

(2.29) ифода бошқача кўринишда ҳам келтирилиши мумкин:

$$h_{к.к} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = \zeta''_{к.к} \frac{v_2^2}{2g} \quad (2.30)$$

ёки

$$h_{к.к} = \left(1 - \frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 \frac{v_1^2}{2g} = \zeta'_{к.к} \frac{v_1^2}{2g}$$

бунда ω_1 — кувурнинг кескин кенгайишгача бўлган қисмидаги кесим юзаси; ω_2 — кувурнинг кескин кенгайишдан кейинги қисмидаги кесим юзаси.

Келтирилган тенгламалардан кўриниб турибдики, ζ коэффициенти қайси тезлик напорига тегишли эканига қараб, ҳар хил қийматларга эга бўлади. Шунинг учун бу катталиқни ҳисоблашда оқим тезлигининг йўқолишдан кейинги участкадаги қиймати қабул қилинади. Бундан кувурдан резервуарга чиқишдаги йўқолиш ($v_2 = 0$) мустасно деб қабул қилинади

$$h_{чик} = \zeta_{чик} \frac{v_1^2}{2g} \quad (2.31)$$

бунда $\zeta_{чик} = 1$ қаршиликдан олдинги ўртача тезлик кесимида киритилган ζ кўрсаткичи маҳаллий қаршиликларни қўп учрайдиган тури IV жадвалда келтирилган.

БЕРНУЛЛИ ТЕНГЛАМАСИ

2.1-машқ

Кувурда Вентури сув ўлчагичи ўрнатилган. Агар пьезометр кўрсаткичи айирмаси $h = 20$ см, кувур диаметри $d_1 = 10$ см, бош қисми диаметри $d_2 = 5,6$ см (2.2-расм) бўлса, кувурдаги сув сарфини аниқлаш талаб қилинади. Напор йўқолиши ва шу билан бирга бош қисмидаги сизиб оқаётган сув микдори ҳисобга олинмасин.

Ҳисоблаш: Кувурнинг кўндаланг кесим юзаси

$$\omega_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}.$$

Бош қисмининг кесим юзаси

$$\omega_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}.$$

Таққослаш текислиги 0-0 танлаб, тенглама тузамиз. 1-1 ва 2-2 кесим учун Бернулли тенгласи, напор йўқолишини ҳисобга олмаган ҳолда:

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

$\alpha_1 = \alpha_2 = 1$ қабул қилиб ва кинетик энергия ҳадларини ўнг томонга ўтказиб:

$$\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} \right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} \right) = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g}.$$

2.2-расмда кўриниб турибдики, $\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} \right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} \right) = h$, бундан

$$h = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g}.$$

Тезлик v_1 ни сарф орқали ифодалаб, узлуксизлик тенгламаси (2.2) дан фойдаланиб, $Q = \omega_1 v_1 = \omega_2 v_2$, бунда $v_1 = \frac{\omega_2}{\omega_1} v_2$. Тезлик v_1 ни h учун тенгламага қўямиз:

$$h = \frac{v_2^2}{2g} - \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 \frac{v_2^2}{2g}.$$

Тезлик v_2 ни топамиз:

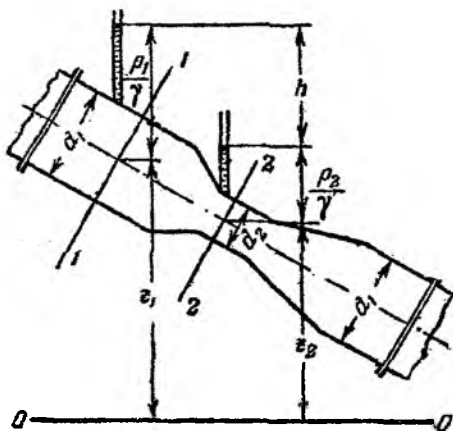
$$v_2 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2}}.$$

Сарф напор йўқолишини ҳисобга олмастан (назарий сарф)

$$Q_2 = \omega_2 v_2 = \omega_2 \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2}}.$$

ω_1 ва ω_2 берилган сув ўлчагич учун ҳар қандай сув сарфини ўтказиш ўзгармас, ҳамиша сув ўлчашни A орқали белгилаймиз, яъни

$$A = \omega_2 \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2}}, \text{ бунда } Q_m = A\sqrt{h}.$$



2.2-расм.

Напор йўқолиши мавжудлиги сабабли, сарф кам бўлади, яъни

$$Q = \mu A \sqrt{h}$$

бунда μ – сув ўлчагичнинг сарф коэффиценти, тажриба йўли билан аниқланади.

Сонли қийматларни қўйсак:

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = 78,5 \text{ см}^2, \quad \omega_2 = \frac{3,14 \cdot 5,6^2}{4} = 24,62 \text{ см}^2,$$

$$A = 24,62 \sqrt{\frac{1962}{1 - \left(\frac{24,62}{78,5}\right)^2}} = 1150 \text{ см}^2/\text{сек}$$

$\mu = 0,95$ бўлганда изланаётган сарфни топамиз:

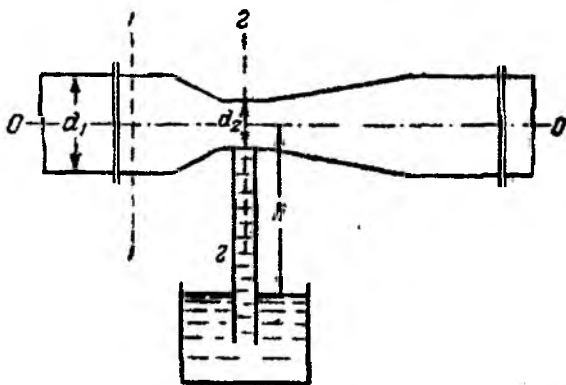
$$Q = 0,95 \cdot 1150 \sqrt{20} = 4886 \text{ см}^3/\text{сек} \approx 4,89 \text{ дм}^3/\text{сек} \approx 4,89 \text{ л}^1/\text{сек}$$

2.2-машқ.

Кувурнинг сув сарфини ўтказиш қобилияти $Q = 8,8 \text{ л/сек}$ бўлганда, сув кувур бўйича $h = 55 \text{ см}$ баландликка кўтарилсин. Кувур диаметри $d_1 = 100 \text{ мм}$, 1-1 кесимда манометрик босим $p_1 = 3924 \text{ Н/м}^2$

¹ 1 $\text{дм}^3 = \frac{1}{1,000028} \text{ л}$. Амалий ҳисобларда 1 $\text{дм}^3 = 1 \text{ л}$ ҳисоблаш мумкин.

($p_1/\gamma = 0,4$ м сув уст.) бўлганда, напор йўқолишини ҳисобга олмасдан, қувур бош қисмининг диаметри d_2 ни аниқланг (2.3-расм).



2.3-расм.

Ҳисоблаш: 1-1 ва 2-2-кесим учун Бернулли тенгламасини тузамиз, таққослаш текислиги ўтказиб, қувур ўқини оламиз:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{p_{am}}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}.$$

Иккинчи кесимдаги напор тезлигини аниқлаймиз:

$$\frac{v_2^2}{2g} = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{p_{am} - p_2}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g},$$

бунда $\frac{p_{am} - p_2}{\gamma}$ — 2-2 кесимдаги вакуум.

$h = 55$ см баландликка сувни қувур бўйлаб кўтариб беришни таъминлайдиган вакуум катталигини аниқлаймиз, мувозанат шартини ёзамиз:

$$p_2 + \gamma h = p_{am},$$

бунда

$$\frac{p_{am} - p_2}{\gamma} = h = 0,55 \text{ м.}$$

Мувозанат шартини ташкил қилиб, $d_1 = 100$ мм = 10 см бўлганда қувур кесими юзасини ҳисоблаймиз:

$$\omega_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = 78,5 \text{ см}^2.$$

$Q = 8,8$ л/сек = 8800 см³/сек бўлганда биринчи кесимдаги тезлик:

$$v_1 = \frac{Q}{\omega_1} = \frac{8800}{78,5} = 112 \text{ см/сек} = 1,12 \text{ м/сек.}$$

Биринчи кесимда тезлик напори:

$$\frac{v_1^2}{2g} = \frac{1,12^2}{19,62} = 0,064 \text{ м.}$$

Бернули тенгласига сонли қийматларни қўямиз:

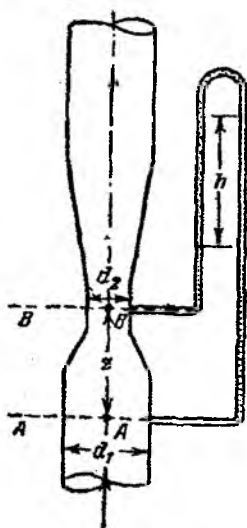
$$\frac{v_2^2}{2g} = 0,4 + 0,55 + 0,064 = 1,014 \text{ м,}$$

унда иккинчи кесимдаги тезлик:

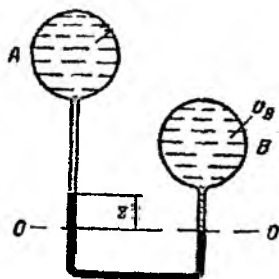
$$v_2 = \sqrt{19,62 \cdot 1,014} = 4,46 \text{ м/сек,}$$

(2.2) тенгламадан бош қисмининг диаметрини аниқлаймиз:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,088}{3,14 \cdot 4,46}} = 0,05 \text{ м} = 5 \text{ см.}$$



2.4-расм.



2.5-расм.

2.3-машқ.

Напор йўқолишини ҳисобга олмасдан сув сарфини аниқланг, 2.3-расмда қувурнинг ўтказувчанлик қобиляти, вакуум сиқилган жойда 3 м сув уст. дан ошмаганда (29430 Н/м^2). Қувур диаметри $d_1 = 200 \text{ мм}$, қисқарган жой диаметри $d_2 = 100 \text{ мм}$. 1-1 кесимда манометрик босим $p_1 = 39240 \text{ Н/м}^2$.

Жавоб: $Q = 0,095 \text{ м}^3/\text{сек.}$

2.4-машқ.

Агар пьезометр кўрсаткичи $h = 40 \text{ см}$ бўлса, қувур кесимида сув сарфини ҳисоблаш учун мавжуд диаметр $d_1 = 100 \text{ мм}$, кескин торайиши $d_2 = 56 \text{ мм}$, A ва B кесимга (2.4-расм)

пьезометр уланган. Кесимлар орасидаги напор йўқолишини ҳисобга олмасдан, қувур кесимларидаги сув сарфини ва тезлигини аниқланг.

Ҳисоблашда пьезометрдаги ҳаво баландлигини ҳисобга олманг. Кориолис коэффициенти $\alpha = 1$ деб қабул қилинг.

Жавоб: $Q = 7,2$ л/сек; $v_1 = 0,93$ м/сек; $v_2 = 2,95$ м/сек.

2.5-машқ

Бир хил диаметрли қувурда (A ва B) ($d_1 = d_2 = 100$ мм) босим билан сув узатилаяпти. Қувурдаги босимни ўлчаш учун пьезометр уланган (2.5-расм). Агар A ва B қувурлардаги солиштирма энергия тенг бўлса, қувурдаги сув ҳаракати тезлигини ва A қувурдаги Q_A сарфни аниқланг. Симобли пьезометр кўрсаткичи $z = 1$ см. B қувурдаги сув сарфи $Q_B = 11,8$ л/сек га тенг. Кориолис коэффициенти $\alpha = 1$ га тенг деб қабул қилинади.

Жавоб: $v_A = 2,18$ м/сек; $v_B = 1,5$ м/сек; $Q_A = 17,1$ л/сек.

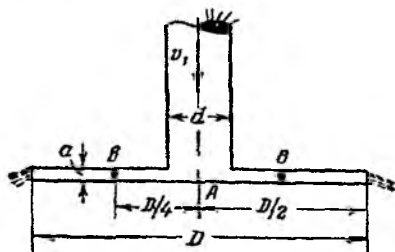
2.6-машқ

$d = 150$ мм бўлган қувурда сув 6 м/сек тезликда ҳаракат қилмоқда. Пастда сув ҳар томонлама оқмоқда. Радиус бўйича иккита айлана параллел пластинка диаметри $D = 800$ мм, бир биридан $a = 30$ мм масофада бирлашган (2.6-расм). Напор йўқолишини ҳисобга олмасдан B нуктадаги босимни $D/4 = 200$ мм масофада марказдаги A нуктадан узоқлигини аниқланг, сув атмосферага оқмоқда деб ҳисобланг.

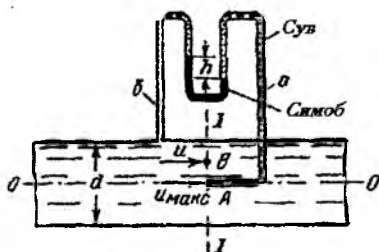
Жавоб: $P_B = 95,2$ кН/м² = $9,7 \cdot 10^3$ кГ/м².

2.7-машқ

Агар динамик қувур A ва статик қувур B орасидаги кўрсаткич ҳар хил бўлса, $u_{\max}$ қувур ўқи бўйлаб ҳаракатланаётган сув тезлигини аниқланг, симобли дифференциал пьезометр ёрдамидаги аниқлик $h = h_1 = 1,5$ см (2.7-расм). Агар B нуктадаги кўрсаткич $h = h_2 = 1,3$ см бўлса, A ва B нуктадаги тезлик муносабати қандай бўлади? Қувурдаги напор йўқолиши ҳисобга олинмасин.



2.6-расм.



2.7-расм.

Ҳисоблаш: Расмдан кўриниб турибдики, мувозанат фақат шартларга бўйсунди:

$$\frac{p_A}{\gamma} + \frac{u_{\max}^2}{2g} = \frac{p_A}{\gamma} + \frac{\gamma_{\text{сум}} h}{\gamma} - \frac{\gamma h}{\gamma}.$$

Қискартиришлардан кейин:

$$\frac{u_{\max}^2}{2g} = h \left(\frac{\gamma_{\text{сум}}}{\gamma} - 1 \right)$$

Қувурдаги йўқолиш бўлмаганда

$$u_{\max} = \sqrt{2gh \left(\frac{\gamma_{\text{сум}}}{\gamma} - 1 \right)} = 4,43 \sqrt{0,015 \cdot 12,6} \approx 1,93 \text{ м/сек},$$

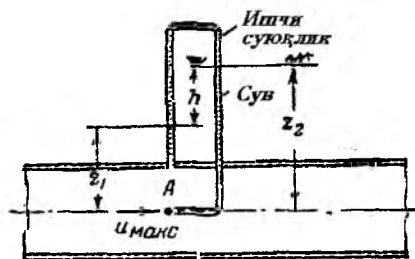
А ва В нуктадаги тезлик муносабатлари

$$\frac{u_{\max}}{u} = \frac{\sqrt{2g \left(\frac{\gamma_{\text{сум}}}{\gamma} - 1 \right)}}{\sqrt{2g \left(\frac{\gamma_{\text{сум}}}{\gamma} - 1 \right)}} \frac{\sqrt{h_1}}{\sqrt{h_2}} = \frac{\sqrt{h_1}}{\sqrt{h_2}} = \frac{\sqrt{0,015}}{\sqrt{0,013}} = 1,08.$$

2.8-машқ.

2.8-расмдаги ускунадан фойдаланиб, агар динамик ва статик қувурлар кўрсаткичлари $h = 2,5 \text{ см}$ га тенг бўлса А нуктадаги сув ҳаракати тезлигини аниқланг. Ишчи суюқлик сифатида керосин қўлланган (зичлиги $\rho = 800 \text{ кг/м}^3 = 800 \text{ Н} \cdot \text{сек}^2/\text{м}^4$).

Агар керосин ўрнига газ (ҳаво) қўлланганда, нисбий солиштирма оғирликни ҳисобга олмаганда, ускуна кўрсаткичи ($h = 2,5 \text{ см}$) ўзгармаганда, қандай тезлик билан шу нуктада сув ҳаракатланиши керак. Қувурдаги напор йўқолиши ҳисобга олинмасин.



2.8-расм.

Жавоб: 1) $u_{\max} = 0,63 \text{ м/сек}$, 2) $u_{\max} = 0,70 \text{ м/сек}$.

Биринчи ҳолатда ускуна кўрсаткичи шу бўлганда кичик тезликларни ҳам ҳисоблаш мумкин.

2.9-машқ.

Диффузордан сув атмосферага ҳисобга олинмайдиган кичик тезлик билан оқиб чиқмоқда. Энг катта йўл қўйилган ўтказувчанликнинг ўртача тезлигини аниқланг. Киришдаги сиқилган кесимда босим қўрсаткичи буг қўринишдаги босимга нисбатан пасайиб кетмаслиги керак $p_i \approx 0,03 \text{ ат}$.

Ҳисоблаш керак (ишқаланишдаги йўқотишни ҳисобга олмасдан) қуйидаги ҳолатларда:

- 1) Диффузор ўқи горизонтал, $z = 0$;
- 2) Диффузор ўқи вертикал, сиқилган кесимдаги баландлик нисбий чиқиши а) $z_1 = 2 \text{ м}$; б) $z_1 = 5 \text{ м}$ в) $z_1 = 9,5 \text{ м}$;
- 3) Напор йўқолишини ҳисобга олмасдан;
- 4) Напор йўқолишини ҳисобга олганда.

Охирги икки ҳолат диффузорнинг сиқилган кесимида қайси бирида энг катта тезликни ўтказиш мумкин.

- 5) Агар чиқиш кесимидаги диффузор $h = 1 \text{ м}$ чуқурликдаги суюқликка туширилган бўлса, икки ҳолат учун киска кесим ўртача тезлиги нимага тенг?
- 6) Агар чиқишдаги диффузор тезлиги ҳисобга олинмаса, сиқилган кесимдаги мавжуд тезлик ўзгарадими?

Жавоб: 1) $v_1 = \sqrt{2g \left(\frac{p_{\text{ат}} - p_i}{\gamma} \right)} = 13,80 \text{ м/сек}$; 2) а) $v_1 = 12,29 \text{ м/сек}$;

б) $v_1 = 9,6 \text{ м/сек}$; в) $v_1 = 1,98 \text{ м/сек}$; 3) $v_1 = \sqrt{2g \left(\frac{p_{\text{ат}} - p_i}{\gamma} - z_1 \right)}$;

4) $v_1 = \sqrt{2g \left(\frac{p_{\text{ат}} - p_i}{\gamma} - z_1 + h_{\text{инж}} \right)}$, яъни сиқилган кесимдаги тезликни

ҳисобга олгандан кўпроқ олиш мумкин; 5) а) $v_1 = 13,07 \text{ м/сек}$,

б) $v_1 = 10,58 \text{ м/сек}$, в) $v_1 = 4,85 \text{ м/сек}$; 6) Ҳа, бу ҳолатда тезликни сиқилган кесимда олдинги бўлимларга нисбатан кўпроқ ҳисобга олсак бўлади.

2.10-машқ.

Горизонтал сопло (узуңлик бўйича диаметри кескин камаювчи конуссимон металл найча) шундай лойихалаштирилганки, ундаги сув тезлиги ўқ йўналиши бўйлаб, чизикли конуният асосида $u_1 = 2 \text{ м/сек}$ дан $u_2 = 20 \text{ м/сек}$ гача 40 см узуңликда ўзгаради (2.9, а-расм). Тезлик ўзгариши билан ишқаланишдаги йўқолишларни ҳисобга олмасдан босимлар фарқини аниқланг.

40 см орқада қолаётган бошланғич ва охирги кесимдаги босим градиенти катталигини ҳисобланг. Охирги кесимдаги босимни атмосфера

босимига тенг деб, $z + \frac{p}{\gamma}$ соплло ўқи бўйлаб пьезометрик напор ўзгариши эпюрасини қуринг.

Ҳисоблаш:

Сопло ўқи бўйлаб, горизонтал таққослаш текислигига нисбатан бошланғич ва охири кесимлар учун Бернулли тенгламасини тузамиз.

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

$z_1 = z_2 = 0$ бўлганда:

$$p_1 - p_2 = \frac{\gamma}{2g}(u_2^2 - u_1^2) = \frac{\rho}{2}(u_2^2 - u_1^2).$$

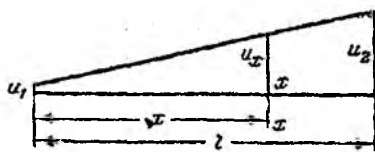
Сон қийматларини қўйсак,

$$p_1 - p_2 = \frac{1000}{2}(20^2 - 2^2) = 198000 \text{ Н/м}^2 = 198 \text{ кН/м}^2 \approx 2 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^2$$

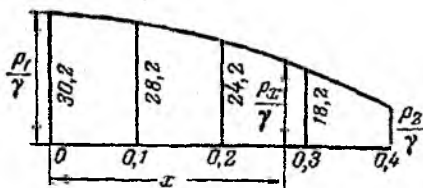
Сув устуни баландлигида Бернулли тенгламасидан босимни топамиз, $\frac{p_1 - p_2}{\gamma} = \frac{1}{2g}(u_2^2 - u_1^2)$. Унда босим градиенти

$$-\frac{1}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{1}{2g} \frac{\partial}{\partial x}(u^2) \quad (\text{А})$$

Манфий ишора соплло ўқи бўйлаб босим пасаяётганини кўрсатади. Сабаби, тезлик чизикли конун бўйича ўзгаради (2.9, а-рasm), бу эса тезлик ҳар қандай x -х кесимда $u = u_1 + \frac{u_2 - u_1}{l}x$.



а)



б)

2.9-рasm.

Сонли қийматларини қўйсак,

$$u = 2 + \frac{20-2}{0,40}x = 2 + 45x,$$

Тенгламадан $\partial u / \partial x = 45$ ҳосил бўлди.

Тенгламанинг ўнг қисмини алмаштирсак (А):

$$\frac{1}{2g} \frac{\partial}{\partial x} (u^2) = \frac{1}{g} u \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{1}{g} (2 + 45x) 45.$$

Топилган қийматларни мавжуд (А) тенгламага қўйсак,

$$-\frac{1}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial x} = 4,58(2 + 45x).$$

$x = 0$ бўлганда бошланғич кесимдаги босим градиентини ҳисоблаймиз:

$$-\frac{1}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial x} = 9,16.$$

$x = 40 \text{ см} = 0,40 \text{ м}$ бўлганда охириги кесимдаги босим градиенти

$$-\frac{1}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial x} = 4,58(2 + 45 \cdot 0,40) = 91,6.$$

Пьезометрик напорнинг ўзгариш эпюрасини қуриш учун Бернулли тенгламасининг итиёрий ва охириги кесим учун ёзамиз. Бунда напор йўқолишини ҳисобга олмасдан ва $z_x = z_2 = 0$ деб қабул қиламиз,

$$\frac{p_x}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g}.$$

$p_2 = p_{\text{ат}}$ да

$$\frac{p_x}{\gamma} = \frac{p_{\text{ат}}}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} - \frac{u^2}{2g}.$$

Тенгламага $u = 2 + 45x$ қийматни қўйиб қуйидагини оламиз:

$$\frac{p_x}{\gamma} = 10 + \frac{1}{2g} [400 - (2 + 45x)^2] = 30,2 - 9,17x - 103,2x^2.$$

Ўлиқ (абсолют) босимга мос ҳолда x га (метрда) ҳар хил қиймат бериб, пьезометрик чизиқни курамиз (2,9, б-расм).

2.11-машқ

Диаметри 200 мм дан 100 мм гача тораювчи қувур орқали зичлиги $\rho = 750 \text{ кг/м}^3$ булган мой ҳаракатланмоқда. Диаметри $d_1 = 200 \text{ мм}$ бўлган қувурнинг биринчи қисмида олинган кесимда босим $176,58 \text{ кН/м}^2$ (18 м сув уст.) га, диаметри $d_2 = 100 \text{ мм}$ булган қувурнинг иккинчи қисмида олинган кесимда босим $147,15 \text{ кН/м}^2$ (15 м сув уст.) га тенг. Иккинчи кесим оғирлик марказидан ўтувчи таққослаш текислигига нисбатан биринчи кесимнинг геометрик баландлиги 1 метрга тенг. Қувурга узатиладиган мой сарфи $Q = 31,4 \text{ дм}^3/\text{сек}$

Ҳисоблаш талаб этилади:

1. Қаралаётган участкадаги напор йуқолишлари;

2. Биринчи кесимдаги гидродинамик напор;

Жавоб:

1. $h_f \approx 4,24 \text{ м мой уст.} = 3,18 \text{ м сув уст}$

2. $H \approx 20,05 \text{ м мой уст} = 18,79 \text{ м сув уст}$

2.12-машқ.

Горизонтал қувурга ўрнатилган сув ўлчагич боскичма – боскич $d_1=100 \text{ мм}$ дан $d_2=50 \text{ мм}$ гача тораяди. Агар қувурдаги сув сарфи $Q = 28,6 \text{ л/сек}$ бўлса, биринчи кесимда қандай монометрик босим бўлганда сув ўтказгичнинг чиқиш қисмида буғ пайдо бўла бошлайди. Ҳисоблашда энг кичик абсолют босимни буғ пайдо бўлиш босимига тенг деб қабул қилинг. 20°C ҳароратда $p_1=2940 \text{ Н/м}^2$. ($p_1/\gamma = 0,3 \text{ м сув уст}$)

Ҳисоблашни икки хил ҳолат учун бажаринг:

1. Суюкликнинг идеал ҳолати учун

2. Маҳаллий йуқолиш формуласига асосан конфузордаги йуқолишни ҳисобга олган ҳолда ($\theta = 30^\circ$).

Чиқиш қисмидаги оқимнинг ўртача тезлиги – $v_2 = 14,58 \text{ м/с}$

Жавоб:

1. $p_1 = 4169 \text{ Н/м}^2 = 425 \text{ кГ/м}^2$

2. $p = 16883 \text{ Н/м}^2 = 1721 \text{ кГ/м}^2$

Иккинчи ҳолатда $v_2 = 14,58 \text{ м/с}$

2.13-машқ.

1-1 кесимда 150 мм диаметрга тенг бўлган қувур 2-2 кесимга боргунча 400 мм диаметрга кенгайди. 1-1 кесимнинг оғирлик маркази 2-2 кесимнинг оғирлик марказидан 2 метр пастда жойлашган. Қувурдан ўтаётган сув сарфи $0,106 \text{ м}^3/\text{сек}$ га тенг. Напор йуқолишини қувур кескин кенгайганда йуқолган напорнинг 20% ига тенг деб қабул қилиб 1-1 ва 2-2 кесимлар ўртасидаги босимлар фарқини аниқланг.

Жавоб: $p_1 - p_2 = 4,63 \text{ кН/м}^2 = 0,463 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 472 \text{ кГ/м}^2$.

2.14-машқ.

1-1 кесимда 150 мм диаметрга тенг бўлган қувур 2-2 кесимга боргунча 400 мм диаметрга кенгайди. 1-1 кесимнинг оғирлик маркази 2-2 кесимнинг оғирлик марказидан $0,5 \text{ метр}$ пастда жойлашган.

Аниқлаш талаб қилинади:

1. Агар 1-кесимдаги босим $2,94 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ ($p_1/\gamma = 3 \text{ м сув уст}$), 2-2 кесимдаги босим $5,05 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ ($p_2/\gamma = 5,15 \text{ м сув уст}$) бўлса, қувур орқали оқиб ўтаётган оқим сарфи аниқлансин;

2. Оқимнинг ҳаракати 2-2 кесимдан 1-1 кесимга томон амалга ошмоқда деб фараз қилиб, оқим сарфини аниқланг. ζ коэффициентни $D/d \approx 3$ ва $\theta = 12^\circ$ деб қабул қилиб, махсус жадваллардан ҳисобланг.

Жавоб: 1. $Q = 140 \text{ л/сек}$; 2. $Q = 124 \text{ л/сек}$.

2.15-машқ.

Қия йўналишда жойлаштирилган 250 мм диаметри қувур орқали 49.1 л/сек сарф билан сув оқмоқда. Қувурнинг бошланғич кесимидаги босим $p_1 = 196,2 \text{ кН/м}^2$.

Аниқлаш талаб қилинади:

1. Бошланғич кесимдан 200 метр узокликдаги оғирлик маркази 1-кесим оғирлик марказидан 4 метр баландликда жойлашган кесимдаги сув босими аниқлансин.

2. Агар сув тескари йўналишда оқаётган бўлса, 2-кесимдаги босим нимага тенг бўлади.

Жавоб:

$$1. p_1 \approx 146 \text{ кН/м}^2 \approx 1,49 \cdot 10^4 \text{ кГ/м}^2;$$

$$2. p_2 \approx 168 \text{ кН/м}^2 \approx 1,71 \cdot 10^4 \text{ кГ/м}^2;$$

2.16-машқ.

Қувур кескин кенгайишида босим ва напор йўқолишини намоиш қилиш учун лаборатория қурилмасини лойихалаш зарур. Горизонтал қувурнинг катта кесими диаметри 100 мм тенг.

Аниқлаш талаб қилинади:

1. Напор йўқолиши кескин кенгайишда ва сув сарфи $5000 \text{ см}^3/\text{сек}$ тенг, баландлиги 40 см ни ташкил қилиши учун кичик қувур диаметри d_1 ни.

2. Кескин кенгайиш кесимлардаги босим ҳар хил бўлганда кесимлардаги босимлар фарқини.

Жавоб: 1) $d_1 = 43 \text{ мм}$, 2) $p_2 - p_1 = 0,176 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 179 \text{ кГ/м}^2$.

2.17-машқ.

Агар кичик қувур диаметри 50 мм, катта қувур ўз ҳолида диаметри 100 мм, сув сарфи $5000 \text{ см}^3/\text{сек}$ бўлса, юқоридаги машқ шарти учун напор йўқолиши ва кескин кенгайишдаги босимлар фарқини аниқланг.

Жавоб: 18,6 см;

$$p_2 - p_1 = 0,1218 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 124 \text{ кГ/м}^2 \left(\frac{p_2 - p_1}{\gamma} = 12,4 \text{ см сув уст.} \right)$$

2.18-машқ.

Конуссимон қувур вертикал тор кесимда юкорига қараб ўрнатилган, катта қисм диаметри $d_1 = 500$ мм, чиқишда эса $d_2 = 100$ мм. Қувур узунлиги $l = 4$ м. Напор йўқолиши кўрилатган соҳада $h_{\text{ирк}} = 0,40$ м.

Аниқлаш талаб қилинади:

1) Конуссимон қувурда босим ҳосил қилиш учун, чиқишда кесимдаги тезлик $v_2 = 10$ м/сек га тенг бўлганда;

2) Кириш ва чиқиш кесимларида гидродинамик напор нимага тенг бўлади? (Напорни катта кесим пастидан ўтказилган таққослаш текислигига боғлиқ деб ҳисобланган).

Атмосферага оқиб чиқиш ($p_2 = p_{\text{ат}}$). Коэффициент $\alpha = 1$ тенг деб қабул қилинади.

Қўрсатма: ҳисоблашда ҳаракат текис ўзгарувчан ҳисобланади, бурчак конуси катта эмас ($\theta = 6^\circ$).

Жавоб: 1) $p_1 = 191,2$ кН/м² $= 1,95 \cdot 10^4$ кГ/м² (атмосфера босими ҳисобга олинган); 2) $H_1 = 19,5$ м, $H_2 = 19,1$ м (атмосфера босими ҳисобга олинган).

2.19-машқ.

Сув сарфи $Q = 15,7$ л/сек, горизонтал қувур диаметри $d = 100$ мм бўлса, H_1 резервуардаги доимо сакланиши зарур бўлган напорни аниқланг. Краннинг очилиш бурчаги $\alpha = 30^\circ$, қувур узунлиги $l = 50$ м. Резервуардаги напор тезлиги ҳисобга олинмасин.

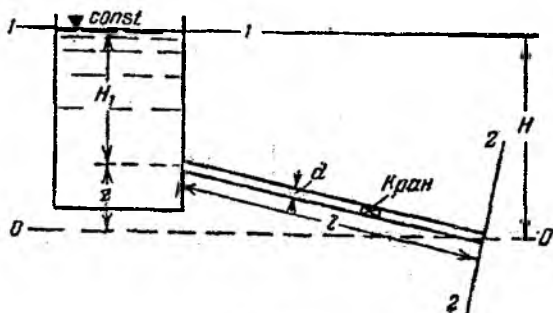
Агар чиқиш тешиги кириш тешигидан $z = 2$ м пастда жойлашган бўлса, канча сарф шу қувур диаметри ёрдамида, шу узунликда ва шу кран очилишида ўтади (2.10-расм). Йўқолиш коэффициенти $\zeta_{\text{кр}}$ иккала ҳолатда ҳам бир хил қабул қилинади. Дарси коэффициенти (2.27) ифода орқали ҳисоблансин.

Жавоб: $H_1 = 4$ м; $Q = 19,3$ л/сек.

2.20-машқ.

Агар чиқиш тешиги кириш тешигидан $z = 1,6$ м катталиқда жойлашган бўлса, $H_1 = 4$ м да қандай l узунликда $Q = 15,7$ л/сек сув сарфи ўтказиш мумкин, резервуардаги сув сатҳи ўз ҳолида қолади. Қувур диаметри ва кран очилиши бурчаги шу ҳолатда қабул қилинсин.

Жавоб: $l = 19,2$ м.



2.10-расм.

2.21-машқ.

2.10-расмда кўрсатилган қувурдаги сув сарфини $Q = 15,7$ л/сек ўтказишни таъминловчи краннинг очилиш бурчагини аниқланг, бунда узунлик, диаметр ва напор $l = 50$ м, $d = 100$ мм ва $H = 6$ м.

Жавоб: $\alpha \approx 38^\circ$.

2.22-машқ.

Аниқлаш талаб қилинади:

- 1) Агар қувурнинг чиқиш кесими оғирлик марказидаги напор 1,5 м, қувур узунлиги 5 м, диаметри 75 мм бўлса, атмосферага оқиб чиқаётган сув сарфини (Резервуардаги сув напори ҳисобга олинмасин);
- 2) Агар узунлик 35 м бўлса, шу напорни таъминлаш учун қувурда қандай сарф ўтиши керак?
- 3) Сув сарфи биринчи ҳолдагидек қолганда охири ҳолатда қандай напор H бўлиши керак?

Дарси коэффиценти λ (2.27) ифода орқали ҳисоблансин.

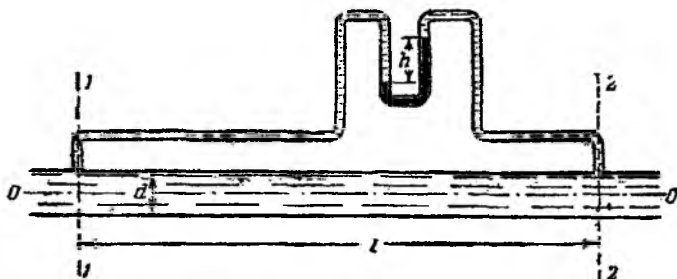
Жавоб: 1) $Q = 13,3$ $\text{дм}^3/\text{сек} \approx 13,3$ л/сек;

2) $Q = 6,05$ $\text{дм}^3/\text{сек} \approx 6,05$ л/сек;

3) $H = 7,2$ м.

2.23-машқ.

Узунлиги 50 м бўлган горизонтал кувурга дифференциал пьезометр ўрнатилган (2.11-расм).



2.11-расм.

Пьезометр найида симоб сатхлари фарқи $h = 52$ мм ни ташкил қилади. Пьезометр кўрсаткичидан фойдаланган ҳолда Дарси коэффиценти λ ни аниқланг, кўрсатилган узунликда маҳаллий қаршиликлар йўқ. Гидравлик нишабликни ҳисобланг. Кувур диаметри $d = 100$ мм, сув сарфи $Q = 8$ л/сек. Симобнинг солиштирма нисбий оғирлиги 13,6.

Кўрсатма: Дифференциал пьезометр кўрсаткичи бўйлаб босимни аниқлашда 1.16-машққа қаранг.

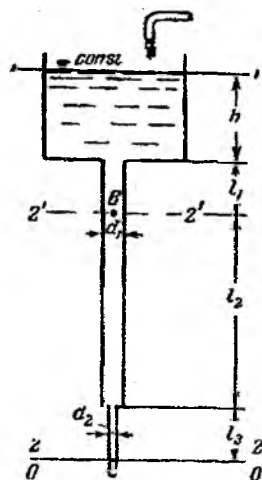
Жавоб: $\lambda = 0,025$, $I = 0,0131$.

2.24-машқ.

В нуктадаги манометрик босим ва кувурдан оқиб чиқаётган сув сарфини аниқланг (2.12-расм). Резервуардаги сатҳ доимий, чуқурлик $h = 5$ м.

Юқоридаги кувур диаметри $d_1 = 150$ мм да участка узунликлари $l_1 = 4$ м ва $l_2 = 10$ м га тенг. Пастдаги кувур диаметри $d_2 = 100$ мм, узунлиги $l_3 = 3$ м га тенг. Дарси коэффиценти λ ни (2.27) ифодадан фойдаланиб ечинг. Резервуардаги напор тезлиги ҳисобга олинмасин.

Ҳисоблаш: 0-0 таккослаш текислигида 1-1 ва 2-2-кесим учун Бернулли тенгламасини тузамиз (2.12-расм):



2.12-расм.

$$l_3 + l_2 + l_1 + h + \frac{P_{am}}{\gamma} = \frac{P_{am}}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Sigma h_{\text{гук}},$$

ёки

$$22 = \frac{v_2^2}{2g} + \Sigma h_{\text{гук}}$$

Напор йўқолишини аниқлаймиз

$$\Sigma h_{\text{гук}} = \zeta_{\text{кыр}} \frac{v_1^2}{2g} + \lambda_1 \frac{l_1 + l_2}{d_1} \frac{v_1^2}{2g} + \zeta_{\text{к.м.}} \frac{v_2^2}{2g} + \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \frac{v_2^2}{2g}$$

Барча йўқотишларни тезлик v_2 орқали ифодалаймиз. v_1 тезликни узлуксизлик тенгласидан топамиз $v_1 \omega_1 = v_2 \omega_2$. Бундан

$$v_1 = \frac{\omega_2}{\omega_1} v_2 = \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 v_2 = \left(\frac{100}{150} \right)^2 v_2 = 0,444 v_2 \text{ ва } v_1^2 = 0,197 v_2^2.$$

Топилган қийматларни тенгламага қўямиз, йўқотиш коэффициенти $\zeta_{\text{кыр}} = 0,5$ ва $\zeta_{\text{к.м.}} = 0,28$ (IV жадвалга қаранг),

$$\lambda_1 = 0,020 + \frac{0,0005}{0,15} = 0,0233 \text{ ва } \lambda_2 = 0,020 + \frac{0,0005}{0,1} = 0,025,$$

$$\Sigma h_{\text{гук}} = (0,5 \cdot 0,197 + 0,0233 \cdot 93,3 \cdot 0,197 + 0,28 + 0,025 \cdot 30) \frac{v_2^2}{2g} = 1,558 \frac{v_2^2}{2g}.$$

Топилган қийматларни Бернулли тенгласига қўямиз:

$$22 = \frac{v_2^2}{2g} (1 + 1,558) = 2,558 \frac{v_2^2}{2g}.$$

Чиқишдаги тезлик

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{2,558}} \sqrt{19,62 \cdot 22} \approx 13 \text{ м/сек}, v_1 = 0,444 \cdot 13 = 5,77 \text{ м/сек}.$$

Сарф

$$Q = \omega_2 v_2 = 0,00785 \cdot 13 = 0,102 \text{ м}^3/\text{сек},$$

бунда,

$$\omega_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = 0,785 \cdot 0,1^2 = 0,00785 \text{ м}^2$$

Қувурда В нуктадаги манометрик босимни аниқлаш учун Бернулли тенгласини 1-1 ва 2'-2' кесим учун таққослаш текислиги 2'-2' га нисбатан ёзамиз:

$$h + l_1 + \frac{P_{am}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + \zeta_{\text{чик}} \frac{v_1^2}{2g} + \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \frac{v_1^2}{2g},$$

бундан

$$\frac{P_B - P_{am}}{\gamma} = 9 - \frac{5,77^2}{19,62} \left(1 + 0,5 + 0,0233 \frac{4}{0,15} \right) \approx 5,4 \text{ м};$$

$$p_B - p_{at} = 9810 \cdot 5,4 = 5,3 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 53 \text{ кН/м}^2 = 0,54 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^2$$

2.25-машк.

Агар кувур диаметри ўзгармас бўлса, олдинги машк учун сув сарфи Q ва босимни B нуктада аниқланг. Юқори ва пастки кувур узунлиги ўз холида қолсин, лекин уларнинг ўрнини ўзгартиринг. Юқориги кувур диаметри $d_1 = 100 \text{ мм}$, пасткиси эса $d_2 = 150 \text{ мм}$.

Жавоб: $Q = 0,076 \text{ м}^3/\text{сек}$; B нуктада вакуум

$$p_{at} - p_B = 2,93 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 29,3 \text{ кН/м}^2 \approx 0,3 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^2.$$

2.26-машк.

Берилган чуқурлик $h = 0,97 \text{ м}$ кувур узунлиги $l = 5 \text{ м}$ ва сув сарфи $Q = 0,010 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда кувур диаметрини аниқланг (2.13-расм). Резервуардаги сатх доимий, тезлик напори резервуарда ҳисобга олинмасин.

$$0,49 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 500 \text{ кг/м}^2 \quad \text{ва}$$

$$0,785 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 800 \text{ кг/м}^2 \quad \text{га}$$

тенг вакуумли кесимлар кувурнинг охиридан кесимидан қанча масофада жойлашган. Дарси коэффиценти λ ни (2.27) ифода ёрдамида ҳисобланг.

Ҳисоблаш: 0-0 таққослаш текислигига нисбатан 1-1 ва 2-2 кесимлар учун Бернулли тенгламасини тузамиз (2.13-расм),

$$h + 1 = \frac{v^2}{2g} + \sum h_{\text{гир}}$$

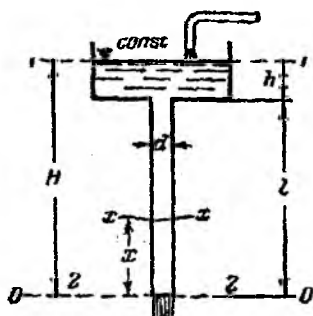
Сонли кийматларни қўйсак:

$$5,97 = \frac{v^2}{2g} \left(1 + 0,5\lambda \frac{5}{d} \right) = \frac{v^2}{2g} \left(1,5 + \lambda \frac{5}{d} \right)$$

$$\text{бунда } \zeta_{\text{гир}} = 0,5, \quad \lambda = 0,020 + \frac{0,0005}{d}$$

$$\text{Тезлик } v = \frac{Q}{\omega} = \frac{4Q}{\pi d^2} \quad \text{диаметрга боғлиқ ва тенгламанинг иккинчи}$$

аъзоси (хади) диаметр функциясидир, бу эса танлаш усули ёрдамида ечилади. Диаметрга ҳар хил Давлат стандартларига мос кийматлар берамиз, мисол:



2.13-расм.

$$d = 100 \text{ мм} \left(\omega = \frac{\pi d^2}{4} = 0,00785 \text{ м}^2 \right).$$

Тезликни аниқлаймиз:

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{0,010}{0,00785} = 1,27 \text{ м/сек ва } \frac{v^2}{2g} = \frac{1,27^2}{19,62} = 0,825 \text{ м}.$$

λ ни (2.27) ифода орқали ҳисоблаймиз:

$$\lambda = 0,020 + \frac{0,005}{0,1} = 0,025.$$

Топилган сонли қийматларни тенгламага қўямиз:

$$0,825 \left(1,5 + 0,025 \frac{5}{0,1} \right) = 1,03 < 5,97,$$

демак, диаметрға кичик қиймат бериш керак.

Диаметр $d = 50 \text{ мм}$ ($\omega = 0,00196 \text{ м}^2$).

$$\text{Тезлик } v = \frac{0,010}{0,00196} = 5,1 \text{ м/сек, } \frac{v^2}{2g} = \frac{5,1^2}{19,62} = 1,326 \text{ м}.$$

λ ни (2.27) ифода ёрдамида аниқлаймиз:

$$\lambda = 0,020 + \frac{0,0005}{0,05} = 0,03.$$

Тенгламага қўямиз:

$$1,326 \left(1,5 + 0,03 \frac{5}{0,05} \right) = 1,326 \cdot 4,5 = 5,967 \approx 5,97 \text{ м}.$$

Демак, қувур диаметрини $d = 50 \text{ мм}$ олиш керак. Чикишдан x кесимгача бўлган масофани аниқлашда вакуум $0,49 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ га тенг. Бернулли тенгласини x -х кесим учун ва чикишдаги 2-2 кесим учун 0-0 таққослаш текислигига нисбатан ёзамиз:

$$x + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = \frac{p_{am}}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + \lambda \frac{x v^2}{d 2g}$$

бундан қискартиришлардан кейин қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$x \left(1 - \frac{\lambda v^2}{d 2g} \right) = \frac{p_{am} - p_x}{\gamma}$$

Сонли қийматларни тенгламага қўямиз ($p_{am} - p_x = 0,49 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$)

$$x \left(1 - \frac{0,03}{0,05} \cdot 1,326 \right) = \frac{0,49 \cdot 10^4}{9810} = 0,5 \text{ м; } x = 2,45 \text{ м} \approx 2,5 \text{ м}$$

$p_{am} - p_x = 0,785 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ учун

$$\left(1 - \frac{0,03}{0,05} \cdot 1,326 \right) = \frac{0,785 \cdot 10^4}{9810} = 0,8 \text{ м; } x = 3,92 \text{ м} \approx 4,0 \text{ м}$$

2.27-машк.

Олдинги машк да қабул қилинган қувур диаметри 50 мм ва узунлиги 5 м (2.13-расм) қийматлар учун қуйидагиларни аниқлаш талаб қилинади:

1. Чиқиш кесимидан $2,5 \text{ м}$ баландликдаги $x-x$ кесимда манометрик босим $0,49 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 500 \text{ кГ/м}^2$ га тенг бўлиши учун керак бўлган резервуардаги сув чуқурлиги;
2. Шу босимга мос сув сарфини;
3. $x = 4 \text{ м}$ бўлганда манометрик босим нимага тенг?

Жавоб: 1) 4 м, 2) 0,0123 м³/сек, 3) 0,785 · 10⁴ Н/м² = 800 кГ/м².

2.28-машк.

2.13-расмда тасвирланган кувур диаметри $d = 50 \text{ мм}$, кувур узунлиги $l = 5 \text{ м}$ учун

Аниклаш талаб қилинади:

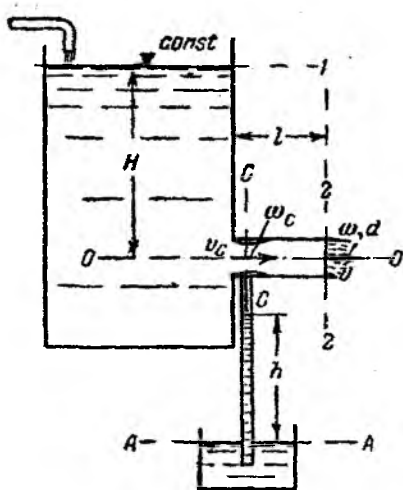
1. Босим қувурнинг ҳар қандай кесимида атмосфера босимига тенг бўлиши учун шартдан келиб чиқиб сарфни;
2. Бундай сарфга қандай H напор тўғри келади?
3. Қувурнинг чиқиш кесимидан 4 м масофадаги босим атмосфера босимига тенглигини текширинг.

Курсатма:

Гидравлик ишқаланиш
коэффициентини (2.27)
ифода орқали ҳисобланг.

Жавоб: 1) $Q = 0,0112$

$m^3/\text{сек} = 11,2 \quad \text{л/сек}; \quad 2) \quad H = 7,5 \text{ м}; \quad 3) \quad \text{Хар қандай кесимда кувур босими атмосфера босими га тенг.}$



2.14-рasm.

2.29-машк.

узуңлиги	$l = 15 \text{ см}$	ва
диаметри	$d = 4 \text{ см}$	
бўлганда	вакуумни	
аниқланг.	Напор	тешик
марказидан	$H = 1 \text{ м.}$	

Ҳисобларда резервуардаги
напор тезлиги ҳисобга
олинмасин. йўқотиш

коэффициенти сикилган оқим учун киришда

² Найча деганда $3d < l < 4d$ узунликдаги киска кувур тушуниллади.

C-C кесимдаги тезлик орқали ҳисобга олинган ва $\zeta_{\text{сик}} = 0,06$ қабул қилинган (2.14-расм). Найча узунлигидаги йўқотилиш ҳисобга олинмасин. Юза $\omega_c/\omega = 0,64$. Найчага уланган қувурда сув неча метр h баландликка қўтарилади?

Ҳисоблаш: Сикилган C-C ва 1-1 кесим учун Бернулли тенгламаси ёрдамида найчадаги вакуумни аниқлаймиз. Таққослаш текислигини найча 0-0 ўқи орқали ўтказамиз

$$H + \frac{p_{\text{ат}}}{\gamma} = \frac{p_c}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g} + h_{\text{сик}},$$

бундан

$$\frac{p_{\text{ат}} - p_c}{\gamma} = \frac{v_c^2}{2g} + h_{\text{сик}} - H = \frac{v_c^2}{2g} + \zeta_{\text{сик}} \frac{v_c^2}{2g} - H = (1 + \zeta_{\text{сик}}) \frac{v_c^2}{2g} - H$$

Олинган тенгламада иккита номаълум p_c/γ ва $v_c^2/2g$, шунинг учун 0-0 аввалги таққослаш текислигига нисбатан 1-1 ва 2-2 кесим учун иккинчи тенгламани тузамиз

$$H + \frac{p_{\text{ат}}}{\gamma} = \frac{p_{\text{ат}}}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + h_{\text{сик}} + h_{\text{к.к}},$$

қисқартирилгандан кейин

$$H = \frac{v^2}{2g} + h_{\text{сик}} + h_{\text{к.к}}$$

бунда

$$h_{\text{сик}} = \zeta_{\text{сик}} \frac{v_c^2}{2g}, \quad h_{\text{к.к}} = \left(\frac{\omega}{\omega_c} - 1 \right)^2 \frac{v^2}{2g},$$

Бу катталикларни тенгламага қўямиз:

$$H = \frac{v^2}{2g} + \zeta_{\text{сик}} \frac{v_c^2}{2g} + \left(\frac{\omega}{\omega_c} - 1 \right)^2 \frac{v^2}{2g}.$$

$\frac{\omega}{\omega_c}$ ни $\frac{1}{0,64}$ га алмаштирамиз, v_c ни v га алмаштирамиз,

тенгламадан келиб чиқиб, $v_c \omega_c = v \omega$ ёки $v_c = \frac{\omega}{\omega_c} v = \frac{v}{0,64}$. Бундан

$\zeta_{\text{сик}} = 0,06$ қабул қилиб, қуйидагига эга бўламиз:

$$H = \frac{v^2}{2g} + \frac{0,06 \cdot v^2}{0,64^2 \cdot 2g} + \left(\frac{1}{0,64} - 1 \right)^2 \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{2g} (1 + 0,15 + 0,32) = 1,47 \frac{v^2}{2g}$$

ва

$$v = \frac{1}{\sqrt{1,47}} \sqrt{2gH} = 0,82 \sqrt{19,62 \cdot 1} = 3,63 \text{ м/сек},$$

$$v_0 = \frac{v}{0,64} = \frac{3,63}{0,64} = 5,66 \text{ м/сек}$$

С-С кесимдаги вакуумни биринчи тенгламадан топамиз

$$\frac{p_{at} - p_c}{\gamma} = (1 + \zeta_{сик}) \frac{v_c^2}{2g} - H = 1,06 \frac{5,66^2}{19,62} - 1 = 0,74 \text{ м},$$

яъни, найчадаги вакуум мавжуд напорнинг 74% ни ташкил қилади:

$$\frac{p_{at} - p_c}{\gamma} = 0,74H.$$

Найдаги сув кўтарилиш баландлигини найча туширилган АА кесимга нисбатан ёзилган мувозанат тенгламасидан топамиз.

$$p_c + \gamma h = p_{at} \text{ ва } h = \frac{p_{at} - p_c}{\gamma},$$

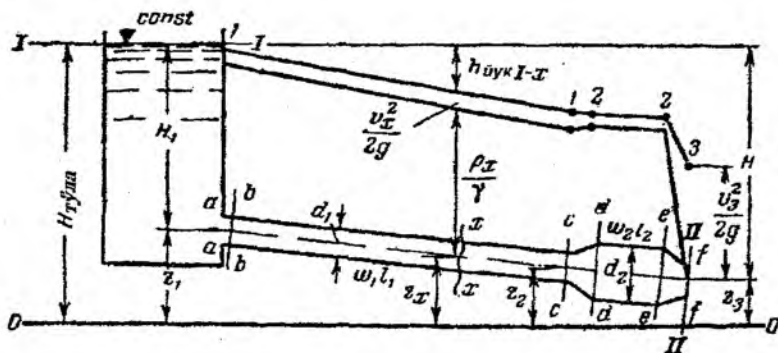
лекин

$$\frac{p_{at} - p_c}{\gamma} = 0,74H$$

Кўриниб турибдики, найдаги сув $h = 0,74H = 0,74 \cdot 1 = 0,74 \text{ м}$ баландликка кўтарилади.

2.30-машқ.

2.15-расмда тасвирланган кувур системасида оким тезлигини, сарфни, солиштира энергия чизиғини ва пьезометрик чизикни (солиштира потенциал энергия) қурилсин.



2.15-расм.

Берилган: $d_1 = 100 \text{ мм}$, $\omega_1 = 78,5 \text{ см}^2$, $l_1 = 150 \text{ м}$, $d_2 = 200 \text{ мм}$,
 $\omega_2 = 314 \text{ см}^2$, $l_2 = 50 \text{ м}$, $\omega_3 = 10 \text{ см}^2$, $z_1 = 4 \text{ м}$, $z_2 = 2,5 \text{ м}$, $z_3 = 2 \text{ м}$,
 $H_1 = 8 \text{ м}$.

Ҳисоблаш: 0-0 таққослаш текислигини ўтказиб, шу текисликка
 нисбатан I-I ва II-II кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзиш орқали
 оқим тезлиги v_3 ни аниқлаймиз:

$$z_1 + H_1 + \frac{p_{\text{ат}}}{\gamma} + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} = z_3 + \frac{p_{\text{ат}}}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_3^2}{2g} + \sum h_{\text{ўқ}}.$$

I-I кесимда напор тезлигини ҳисобга олмаса бўлади, унда

$$z_1 + H_1 - z_3 = \frac{v_3^2}{2g} + \sum h_{\text{ўқ}}.$$

(Бунда Кориолис коэффициентини $\alpha_3 = 1$ деб қабул қилинади).

$H = z_1 + H_1 - z_3$ бўлганда

$$H = \frac{v_3^2}{2g} + \sum h_{\text{ўқ}}.$$

Йўқотишларни кураимиз:

1. Биринчи қувур узунлигидаги ишқаланиш йўқолиши $h_1 = \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \frac{v_1^2}{2g}$.

(2.27) ифода ёрдамида λ ни аниқлаймиз. Сонли қийматларни қўйиб
 қуйидагини аниқлаймиз:

$$\lambda_1 = 0,020 + \frac{0,0005}{0,1} = 0,025;$$

бундан $h_1 = 0,025 \frac{150}{0,1} \frac{v_1^2}{2g}$, бунда $v_1 \omega_1 = v_3 \omega_3$ ва $v_1 = \frac{\omega_3}{\omega_1} v_3$

v_3 орқали узунликда йўқолишни кўрсатиб, қуйидагига эга бўламиз:

$$h_1 = 37,5 \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} = 37,5 \left(\frac{10}{78,5} \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} = 0,605 \frac{v_3^2}{2g}.$$

2. $\lambda_2 = 0,020 + \frac{0,0005}{0,20} = 0,0224$ қабул қилсак, иккинчи қувур

узунлигидаги ишқаланиш йўқолиши қуйидагича бўлади:

$$h_2 = \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \frac{v_2^2}{2g} = 0,0224 \frac{50}{0,2} \frac{v_2^2}{2g} = 5,6 \frac{v_2^2}{2g},$$

бунда

$$v_2 \omega_2 = v_3 \omega_3 \text{ ва } v_2 = \frac{\omega_3}{\omega_2} v_3.$$

v_3 орқали узунликда йўқолишни кўрсатиб, қуйидагига эга бўламиз:

$$h_2 = 5,6 \left(\frac{\omega_3}{\omega_2} \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} = 5,6 \left(\frac{10}{314} \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} \approx 0,006 \frac{v_3^2}{2g}.$$

3. Кувурга киришдаги йўқотиш

$$h_{\text{кир}} = \zeta_{\text{кир}} \frac{v_1^2}{2g} = \zeta_{\text{кир}} \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} = 0,5 \left(\frac{10}{78,5} \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} = 0,008 \frac{v_3^2}{2g}.$$

4. (2.30) ифода орқали кескин кенгайишда йўқотиш

$$h_{\text{к.к}} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = \left(\frac{314}{78,5} - 1 \right)^2 \frac{v_2^2}{2g}$$

ёки

$$h_{\text{к.к}} = 9 \left(\frac{\omega_3}{\omega_2} \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} = 9 \left(\frac{10}{314} \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} = 0,009 \frac{v_3^2}{2g}.$$

5. Сикилишдаги йўқотиш

$$h_{\text{сик}} = 0,5 \frac{v_3^2}{2g},$$

бунда $\zeta_{\text{сик}} = 0,5$ (IV жадвал), $\frac{\omega_3}{\omega_2} = \frac{10}{314} = 0,0318$.

(2.8) ифодага асосан барча йўқотишларни жамлаймиз

$$\begin{aligned} \Sigma h_{\text{ғўн}} &= h_1 + h_2 + h_{\text{кир}} + h_{\text{к.к}} + h_{\text{сик}} = \\ &= (0,605 + 0,006 + 0,008 + 0,009 + 0,5) \frac{v_3^2}{2g} = 1,128 \frac{v_3^2}{2g}. \end{aligned}$$

Бернулли тенгласига қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$H = \frac{v_3^2}{2g} + 1,128 \frac{v_3^2}{2g} = 2,128 \frac{v_3^2}{2g} \approx 2,13 \frac{v_3^2}{2g},$$

бунда

$$H = H_1 + z_1 - z_3 = 8 + 4 - 2 = 10 \text{ м}$$

бундан оқим тезлиги

$$v_3 = \frac{1}{\sqrt{2,13}} \sqrt{2gH} = 0,685 \cdot 4,43 \sqrt{10} = 9,59 \text{ м/сек},$$

ва сарф

$$Q = \omega_3 v_3 = 0,0010 \cdot 9,59 = 0,00959 \text{ м}^3/\text{сек} = 9,59 \text{ л/сек}.$$

Пъезометрик чизикни қуриш (солиштирма потенциал энергия чизиги) учун тезлик напорини ҳисоблаймиз

$$\frac{v_3^2}{2g} = \frac{H}{2,13} = \frac{10}{2,13} = 4,70 \text{ м};$$

$$\frac{v_2^2}{2g} = \left(\frac{\omega_3}{\omega_2} \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} = 0,001 \cdot 4,70 = 0,0047 \text{ м};$$

$$\frac{v_1^2}{2g} = \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} = 0,0162 \cdot 4,70 = 0,076 \text{ м}.$$

Солиштира потенциал энергия чизигини куриш учун напор йўқолиши:

1. Киришда йўқотиш $h_{\text{кир}} = 0,5 \cdot 0,076 = 0,038 \text{ м}.$
2. 1-қувурда узунлик бўйича йўқотиш $h_1 = 37,5 \cdot 0,076 = 2,85 \text{ м}.$
3. Кескин кенгайишда йўқотиш $h_{\text{к.к}} = 9 \cdot 0,0047 = 0,042 \text{ м}.$
4. 2-қувурда узунлик бўйича йўқотиш $h_2 = 5,6 \cdot 0,0047 = 0,026 \text{ м}.$
5. Сикилишда йўқотиш $h_{\text{сик}} = 0,5 \cdot 4,70 = 2,35 \text{ м}.$
6. $\Sigma h_{\text{уйк}} = 5,306 \text{ м}.$

Ҳисобни тўғрилигини текширамыз

$$\frac{v_3^2}{2g} + \Sigma h_{\text{уйк}} = 4,70 + 5,306 = 10,006 \text{ м} \approx 10 \text{ м}.$$

Солиштира энергия чизигини куришда 1-1 ва ихтиёрий кесимлар учун Бернулли тенгласини 0-0 таққослаш текслигига нисбатан тузамиз ва

$$z_1 + H_1 = z_x + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{v_x^2}{2g} + \Sigma h_{\text{уйк I-x}},$$

бундан ҳар қандай кесим учун солиштира энергияни аниқлаймиз:

$$z_x + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{v_x^2}{2g} = z_1 + H_1 - \Sigma h_{\text{уйк I-x}} = H_{\text{туз}} - \Sigma h_{\text{уйк II-x}},$$

бунда $H_{\text{туз}} = z_1 + H_1$, p_x/γ манометрик босимга мос пьезометрик баландлик.

Олинган тенглама орқали, $H_{\text{туз}}$ да йўқотишлар йиғиндисини қўрилайдиган кесимда ҳисобга олиш керак. Бешта кесимни ҳисоб учун оламиз. Юқоридаги тенглама бўйича солиштира энергияни аниқлаймиз:

b-b кесимда:

$$z_b + \frac{p_b}{\gamma} + \frac{v_b^2}{2g} = H_{\text{туз}} - h_{\text{кир}} = 12 - 0,038 = 11,962 \text{ м};$$

c-c кесимда:

$$z_c + \frac{p_c}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g} = H_{\text{туз}} - h_{\text{кир}} - h_1 = 12 - 0,038 - 2,85 = 11,962 - 2,85 = 9,112 \text{ м};$$

$d-d$ кесимда:

$$z_d + \frac{p_d}{\gamma} + \frac{v_d^2}{2g} = 9,112 - 0,042 = 9,07 \text{ м};$$

$e-e$ кесимда:

$$z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2}{2g} = 9,07 - 0,026 = 9,044 \text{ м};$$

$f-f$ кесимда:

$$z_f + \frac{p_f}{\gamma} + \frac{v_f^2}{2g} = 9,044 - 2,35 = 6,694 \text{ м} \approx z_3 + \frac{v_3^2}{2g} = 2 + 4,70 = 6,7 \text{ м}.$$

Ҳисобланган қийматларни олиб, тўғри бирлаштирамиз ва 1-1-2-2-3 солиштирма энергия чизигини оламиз.

Пьезометрик чизикни куриш учун бешта кесим бўйича $z_x + \frac{p_x}{\gamma}$ ҳадларини ҳисоблаймиз, яъни

$$z_x + \frac{p_x}{\gamma} = H_{\text{мул}} - \sum h_{\text{выс.-х}} - \frac{v_x^2}{2g}.$$

Пьезометрик чизикни куришда олинган солиштирма энергия қийматларидан мос напор тезликларини олиш керак. $z_x + \frac{p_x}{\gamma}$ қийматни олинган кесим учун ҳисоблаймиз.

$b-b$ кесимда:

$$z_b + \frac{p_b}{\gamma} = H_{\text{мул}} - h_{\text{кор}} - \frac{v_1^2}{2g} = 11,962 - 0,076 = 11,886 \text{ м};$$

$c-c$ кесимда:

$$z_c + \frac{p_c}{\gamma} = 9,112 - \frac{v_1^2}{2g} = 9,112 - 0,076 = 9,036 \text{ м};$$

$d-d$ кесимда:

$$z_d + \frac{p_d}{\gamma} = 9,07 - \frac{v_2^2}{2g} = 9,07 - 0,0047 = 9,065 \text{ м};$$

$e-e$ кесимда:

$$z_e + \frac{p_e}{\gamma} = 9,044 - \frac{v_2^2}{2g} = 9,044 - 0,0047 = 9,039 \text{ м};$$

$f-f$ кесимда:

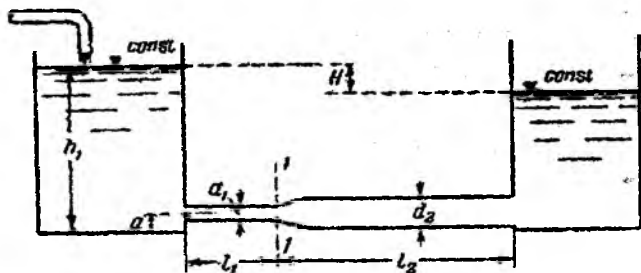
$$z_f + \frac{p_f}{\gamma} = 6,694 - \frac{v_3^2}{2g} = 6,694 - 4,70 \approx 2 = z_3.$$

Пьезометрик чизикни куриш 2.15-расмда кўрсатилган.

2.31-машқ.

2.16-расмда тасвирланган система учун аниқлаш талаб қилинади:

- 1) $Q = 6,5$ л/сек сув сарфи ўтишини таъминловчи H напорни. Биринчи қувур узунлиги $l_1 = 10$ м, диаметри $d_1 = 75$ мм, иккинчи қувур узунлиги $l_2 = 40$ м, диаметри $d_2 = 150$ мм. Кенгайиш $\theta = 30^\circ$ бурчак остида. Резервуардаги сатҳ доимий, $h_1 = 4,5$ м, $a = 0,5$ м. Резервуардаги тезлик напори ҳисобга олинмасин.
- 2) Агар оқим сув сатҳидан пастга эмас, аксинча атмосферага оқиб чиқаётган бўлса, шу сарфни ўтказиш учун биринчи булакда қувур диаметри d'_1 танлансин. 2.16-расмдаги ўнг резервуар олиб ташланган. Қувур узунлиги ва диаметри d_2 аввалгидек қабул қилинсин.
- 3) Иккала ҳолат учун 1-1 кесимдаги босимни ва гидравлик нишабликни биринчи соҳада (2.3) ифода бўйича ҳисобланг.



2.16-расм.

Жавоб: 1) $H \approx 0,54$ м; 2) $d'_1 = 50$ мм; 3) $p_1 - p_{atm} = 3,38 \cdot 10^4$ Н/м² = 3443 кг/м², яъни 1-1 кесимда босим манометрик;
 $p_{atm} - p'_1 = 0,189 \cdot 10^4$ Н/м² = 192,5 кг/м², яъни 1-1 кесимда вакуум,
 $I_1 \approx 0,039$; $I'_1 \approx 0,335$.

2.32-машқ.

Ҳаракатдаги кесим юзаси сиқилгандан кейин каналда ҳаракатдаги кесим юзаси 0,4 ни ташкил қилиши учун иншоотнинг тўғрибурчак кесими кириш қисмидаги сувнинг чуқурлиги h_2 ни ва кенглиги b_2 ни аниқланг. Ҳисобий сарфи $Q = 10$ м³/сек. трапециадал кесимли каналнинг ён девори қиялиги $m = \text{ctg} \theta = 1,5$ ва туби кенглиги $b = 6$ м. Каналдаги сув чуқурлиги $h_1 = 1,5$ м, киришдаги баландлиги $P = 0,3$ м. Солиштирма энергия чизигини қуринг ва пьезометрик чизикни кўрсатинг.

Ҳисоблаш:

Ўтиш бўлаги бўлмаган ҳолда IV жадвалдан $\omega_2/\omega_1 = 0,4$ бўйича сиқилиш коэффициенти $\zeta_{\text{сик}} = 0,3$ ни топамиз. Узунликдаги напор йўқолишини ҳисобга олмаймиз, чунки у қўрилатган соҳада жуда ҳам кам. Юқоридаги остона билан мос тушганда 1-1 ва 2-2 кесим учун Бернулли тенгламасини тузамиз:

$$h_1 - P + \frac{P_{\text{ат}}}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_{\text{ат}}}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{\text{сик}}$$

1-1 ва 2-2 кесимларда текис ўзгарувчан ҳаракатда Кориолис коэффициенти $\alpha_1 \approx \alpha_2 \approx 1,1$ қабул қиламиз.

Қискартирилгандан кейин ва $h_{\text{сик}} = \zeta_{\text{сик}} \frac{v_2^2}{2g}$ алмаштирилганда куйидаги ифодага эга бўламиз:

$$h_2 = h_1 - P + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} - \zeta_{\text{сик}} \frac{v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}$$

Канал ҳаракатдаги кесимининг юзасини аниқлаймиз:

$$\omega_1 = b_1 h_1 + 2 \frac{1}{2} m h_1^2 = (b_1 + m h_1) h_1 = (6 + 1,5 \cdot 1,5) 1,5 = 12,38 \text{ м}^2$$

Унда $\frac{\omega_2}{\omega_1} = 0,4$ шартни ҳисобга олиб, $\omega_2 = 0,4 \cdot 12,38 = 4,95 \text{ м}^2$

топамиз.

Яқинлашувчи тезлик v_1 каналдаги оқимнинг ўртача тезлигига тенг

$$v_1 = \frac{Q}{\omega_1} = \frac{10}{12,38} = 0,81 \text{ м/сек},$$

тезлик напори эса

$$\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot 0,81^2}{19,62} = 0,0368 \approx 0,04 \text{ м}.$$

Кириш қисмидаги тезлик

$$v_2 = \frac{Q}{\omega_2} = \frac{10}{4,95} = 2,02 \text{ м/сек},$$

тезлик напори эса

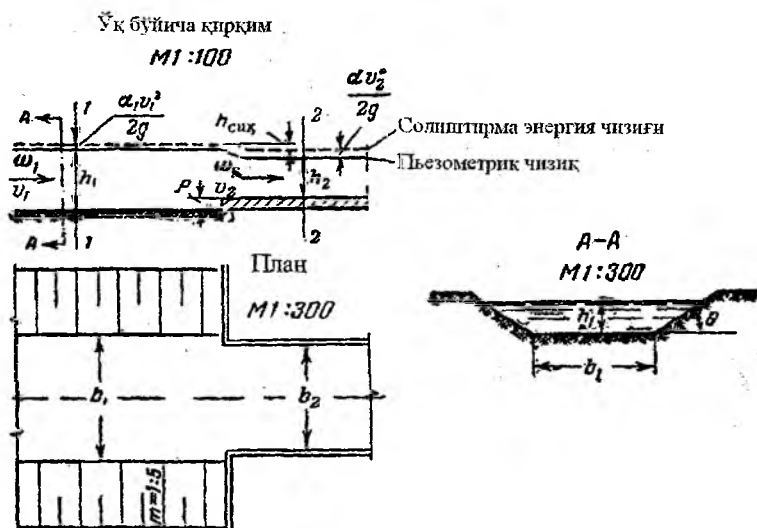
$$\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot 2,02^2}{19,62} = 0,229 \approx 0,23 \text{ м}.$$

Топилган сонли қийматларни тенгламага қўямиз

$$h_2 = 1,5 - 0,3 + 0,04 - 0,3 \frac{2,02^2}{19,62} - 0,23 = 1,24 - 0,06 - 0,23 = 0,95 \text{ м}.$$

Кириш қисми кенглигини қуйидаги ифодадан топамиз:

$$\omega_2 = b_2 h_2 = 4,95 \text{ м}^2, \quad b_2 = \frac{4,95}{0,95} = 5,21 \text{ м}.$$



2.17-расм.

СУЮҚЛИКНИНГ ҲАРАКАТ ТАРТИБЛАРИ

2.34-машқ.

Ҳарораги $t = 12^\circ \text{C}$ бўлган сув диаметри $d = 4 \text{ см}$ қувурда оқмоқда. Сув сарфи $Q = 70 \text{ см}^3/\text{сек}$. Оқим ҳаракат тартибини ва рангли ингичка оқим ҳаракатини, қувурнинг қўндаланг кесимдаги ҳаракатини аниқлаш талаб қилинади. Ҳаракат тартибини ўзгартириш учун қандай сарф ўтказиш керак?

Ҳисоблаш: I жадвалдан $t = 12^\circ \text{C}$ бўлганда сувнинг ёпишқоқлик коэффицентини аниқлаймиз, яъни $\nu = 0,0124 \text{ см}^2/\text{сек}$.

Қувурдаги ҳаракат тезлиги:

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{70}{12,56} = 5,6 \text{ см/сек},$$

бунда

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 4^2}{4} = 12,56 \text{ см}^2.$$

Рейнольдс сонини аниқлаймиз:

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{5,6 \cdot 4}{0,0124} = 1810.$$

$Re < Re_{кр} = 2320$ бўлганда ламинар ҳаракат бўлади. Оқимга қўшилган ранг қолган суюқлик билан аралашмасдан ингичка оқим бўлиб ҳаракат қилади.

Тезликнинг энг юқори чегаравий қиймати аниқлаймиз. Тезликнинг бундан катта микдорида турбулент ҳаракат бошланади.

$$v_{кр} = \frac{\nu Re_{кр}}{d} = \frac{0,0124 \cdot 2320}{4} = 7,2 \text{ см/сек.}$$

Сарф қуйидагича аниқланади:

$$Q = \omega v_{кр} = 12,56 \cdot 7,2 = 90,4 \text{ см}^3/\text{сек.}$$

Турбулент тартибга ўтиш учун сув сарфи $90,4 \text{ см}^3/\text{сек}$ ўтиши керак.

2.35-машқ.

Ҳарорати $t = 12^\circ\text{C}$ бўлган сув $v_1 = 4,96 \text{ см/сек}$ тезликда, диаметри $d = 40 \text{ мм}$ бўлган қувурдан тушмоқда. Қувур аста-секин $d_2 = 20 \text{ мм}$ гача тораяди. Қувурнинг қисқа ва кенг қисмидаги ҳаракат тартиби ва сув сарфини аниқланг.

Жавоб: $Q = 62,3 \text{ см}^3/\text{сек}$; $Re_1 = 1600$ (ламинар ҳаракат); $Re \approx 3200$ (турбулент ҳаракат).

2.36-машқ.

Олдинги машқ учун қувурнинг кенг қисми диаметри $d_1 = 40 \text{ мм}$ да турбулент ҳаракат бўлиши учун қандай сув сарфи керак. Шу сарфда қувурнинг торайган қисмида Рейнольдс сони нимага тенг бўлади? Сув ҳарорати $t = 12^\circ\text{C}$.

Жавоб: $Q = 90,3 \text{ см}^3/\text{сек}$; $Re_2 = 4640$.

2.37-машқ.

Трапециодал кесимга эга бўлган канал ўлчамлари: ўзан туби кенглиги $b = 3,8 \text{ м}$, қиялик коэффиценти $m = 1,5$; сув чуқурлиги $h = 1,2 \text{ м}$. Каналдаги сарф $Q = 5,2 \text{ см}^3/\text{сек}$ бўлганда ҳаракат тартибини аниқланг. Ҳарорати $t = 20^\circ\text{C}$.

Ҳисоблаш: (2.7) ифода бўйича ҳаракат тартибини аниқлаш учун Рейнольдс сонини аниқлаб оламиз

$$Re_R = \frac{vR}{\nu}$$

бунда ўзанинг геометрик ўлчам характери сифатида R гидравлик радиус қабул қилинган.

Каналнинг ҳаракатдаги кесим юзасини аниқлаймиз.

$$\omega = (b + mh)h = (3,8 + 1,5 \cdot 1,2) \cdot 1,2 = 6,72 \text{ м}^2.$$

Гидравлик радиус

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

бунда χ – ҳўлланган периметр, $\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 3,8 + 2,4 \cdot \sqrt{1 + 1,5^2} = 8,13 \text{ м}$;
бундан

$$R = \frac{6,72}{8,13} = 0,827 \text{ м} \approx 0,83 \text{ м}.$$

Каналдаги ўртача тезлик

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{5,2}{6,72} = 0,77 \text{ м/сек}.$$

Ҳарорати $t = 20^\circ \text{C}$ бўлганда I жадвал бўйича кинематик ёпишқоқлик коэффиценти $\nu = 0,0101 \text{ см}^2/\text{сек}$ га тенг. Бундан

$Re_R = \frac{77 \cdot 83}{0,0101} = 632772$. Демак, $Re_R = 632772 > Re_{кр} = 580$ ҳаракат турбулент.

2.38-машқ.

Қиялик коэффиценти $m = 1$ бўлган учбурчак нов лабораторияда сув ташлаш учун қўлланилади. Агар новда сув чуқурлиги $h = 8 \text{ см}$, кинематик ёпишқоқлик коэффиценти $\nu = 0,0131 \text{ см}^2/\text{сек}$ бўлса, ҳаракат тартиби (Re_R) ни сарф $Q = 3,2 \text{ л/сек}$ бўлганда аниқланг.

Жавоб: $Re_R = 10800$ (турбулент ҳаракат).

2.39-машқ.

Кўндаланг кесими айлана бўлган қувурда $u/u_{\max}$ нисбий тезлик ва ламинар ҳаракат учун эпюра қурилсин. Қийматлар: $r/r_0 = 0, 1/4, 1/2, 3/4$ ва 1 (2.18-расм). 2.34-машқ шарти учун қувур ўқида ламинар ҳаракат бўлганда максимал тезликни (2.14) ифода бўйича ҳисоблансин.

Жавоб: $u/u_{\max} = 1; 0,938; 0,75; 0,438; 0; u_{\max} = 11,2 \text{ см/сек}$.

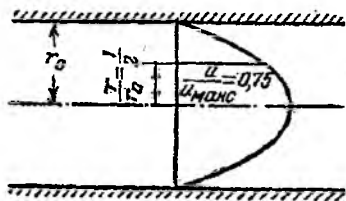
2.40-машқ.

Очиқ тўғри бурчакли нов чуқурлиги h (2.19-расм) ва кенглиги b бўлган шартларда ўртача тезлик v ни максимал $u_{\max}$ оркали ламинар тартибли ҳаракат бўлганда Кориолис коэффицентини ҳисоблаш

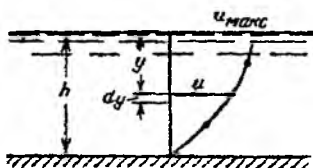
$$u = u_{\text{макс}} \left[1 - \left(\frac{y}{h} \right)^2 \right].$$

Ҳисоблаш: dQ сарфни элементлар қалин чизик dy ва кенглиги b орқали аниқлаймиз:

$$dQ = u b dy = u_{\text{макс}} \left[1 - \left(\frac{y}{h} \right)^2 \right] b dy = u_{\text{макс}} b dy - u_{\text{макс}} \frac{b}{h^2} y^2 dy$$



2.18-расм.



2.19-расм.

Q сарф элементар сарфлар йиғиндисиغا тенг

$$Q = \int_0^h dQ = u_{\text{макс}} b \int_0^h dy - u_{\text{макс}} \frac{b}{h^2} \int_0^h y^2 dy = u_{\text{макс}} b h - u_{\text{макс}} \frac{b h^3}{h^2 3} = u_{\text{макс}} b \left(h - \frac{h}{3} \right) = \frac{2}{3} u_{\text{макс}} b h$$

Ўртача тезлик

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{Q}{b h} = \frac{2}{3} u_{\text{макс}}$$

Кориолис коэффицентини топамиз

$$\alpha = \frac{\int u^3 d\omega}{v^3 \omega} = \frac{u_{\text{макс}}^3 \int_0^h \left[1 - \left(\frac{y}{h} \right)^2 \right]^3 b dy}{\left(\frac{2}{3} \right)^3 u_{\text{макс}}^3 b h} = \frac{\int_0^h \left[dy - 3 \left(\frac{y}{h} \right)^2 dy + 3 \left(\frac{y}{h} \right)^4 dy - \left(\frac{y}{h} \right)^6 dy \right]}{\frac{8}{27} h} =$$

$$= \left(h - \frac{3}{h^2} \frac{h^3}{3} - \frac{3}{h^4} \frac{h^5}{5} - \frac{1}{h^6} \frac{h^7}{7} \right) : \frac{8}{27} h = \left(\frac{3}{5} - \frac{1}{7} \right) : \frac{8}{27} = 1.54.$$

Шундай қилиб, ламинар ҳаракат бўлганда Кориолис коэффицентини очик оқим бўйича $\alpha = 1.54^3$. Амалий ҳисобларда турбулент ҳаракатда кўпинча $\alpha = 1.0 \div 1.10$ қабул қилинади.

³ Қувурда ламинар оқим учун $\alpha \approx 2.0$.

СУЮҚЛИК ҲАРАКАТ ТАРТИБИНИ ҲИСОБГА ОЛГАН ҲОЛДА НАПОР ЙЎҚОЛИШИ

2.41-машқ.

Ҳарорати $t=10^{\circ}\text{C}$ бўлганда узунлиги $l=20\text{ м}$, диаметри $d=2\text{ см}$ бўлган қувурдан тезлиги $v=12\text{ см/сек}$ сувнинг напор йўқолишини аниқланг.

Жавоб: $h_{\text{юз}}=2,57\text{ см}$.

2.42-машқ.

Узунлиги $l=1500\text{ м}$, диаметри $d=200\text{ мм}$, ҳарорати $t=10^{\circ}\text{C}$, тезлиги $v=13,1\text{ см/сек}$ бўлган қувурдаги напор йўқолишини аниқланг.

Ҳисоблаш: масала икки хил усул билан ечилиши мумкин.

1-усул. (2.6) ифода бўйича ҳаракат тартибини аниқлаймиз, $t=10^{\circ}\text{C}$ сув учун кинематик ёпишқоқлик коэффициенти $\nu=0,0131\text{ см}^2/\text{сек}$ (1 жадвал)

$$Re = \frac{13,1 \cdot 20}{0,0131} = 20000.$$

$Re=20000 > 2320$, демак, ҳаракат тартиби турбулент. (2.16) ифода бўйича Рейнольдс сонини гидравлик силлиқ деворлар соҳаси чегарасига мос ҳолда топамиз.

$$Re_{\text{сиз}} = 27 \left(\frac{d}{\Delta} \right)^{8/7}.$$

Янги пўлат қувурлар учун ғадир-будирлик баландлиги $\Delta \approx 0,45\text{ мм}$. $\Delta=0,45\text{ мм}$ қабул қилсак,

$$Re_{\text{сиз}} = 27 \left(\frac{200}{0,45} \right)^{8/7} = 28667.$$

$Re=20000 < 28667$, демак кўриляётган ҳолат силлиқ қувурлар соҳасига киради.

λ ни (2.17) ифода орқали ҳисоблаймиз

$$\lambda = \frac{1}{(1,8 \lg Re - 1,52)^2} = 0,0257.$$

Қидириляётган напор

$$h_{\text{юз}} = \lambda \frac{l v^2}{d 2g} = 0,0257 \frac{1500 \cdot 0,131^2}{0,2 \cdot 19,62} = 0,169\text{ м} \approx 0,17\text{ м}.$$

2-усул. 1-усулдек ҳаракат тартибини аниқлаймиз.

Олинган Рейнольдс сони ($Re=20000$) дан унча катта эмас, у ҳолда қувур гидравлик силлиқ. λ ни Кёллбрук формуласи ёрдамида топамиз.

2.1-жадвал бўйича $Re=20000$ да λ киймати $\lambda=0,0257$.

(2.15) ифода оркали қувур деворларидаги ламинар қатлам қалинлигини ҳисоблаймиз

$$\delta_{ni} \approx 30 \frac{d}{Re \sqrt{\lambda}} = 30 \frac{200}{20000 \sqrt{0,0257}} = 1,86 \text{ мм}$$

Деворда ламинар қатлам $\delta_{ni} = 1,86 \text{ мм} \gg \Delta = 0,45 \text{ мм}$, унда бизнинг тахминимиз тўғри – қувур гидравлик силлиқ ишлайди. λ киймати ($\lambda = 0,0257$) тўғри топилган.

Напорни қуйидаги ифода билан топамиз.

$$h_p = \lambda \frac{l v^2}{d 2g} = 0,0257 \frac{1500 \cdot 0,131^2}{0,2 \cdot 19,62} = 0,169 \text{ м} \approx 0,17 \text{ м}$$

2.43-машқ.

Агар чўян қувур фойдаланилган, $d = 250 \text{ мм}$, $\Delta = 1,35 \text{ мм}$ бўлса, қувур узунлиги $l = 500 \text{ м}$, сарф $Q = 100 \text{ л/сек}$ узатилаётганда напор йўқолишини аниқланг. Сувнинг ҳарорати $t = 10^\circ \text{C}$.

Ҳисоблаш: Ҳаракат тартибини аниқлашда, ҳарорат $t = 10^\circ \text{C}$ бўлса, кинематик ёпишқоқлик коэффициенти $\nu = 0,0131 \text{ см}^2/\text{сек}$ қабул қилинади (I жадвал)

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{204 \cdot 25}{0,0131} = 389313,$$

бунда ν – қувурдаги тезлик: $\nu = \frac{Q}{\omega} = \frac{0,100}{0,0491} = 2,04 \text{ м/сек}$;

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} = 0,0491 \text{ м}^2$$

$Re = 389313 > 2320$ бўлганлиги учун ҳаракат тартиби турбулент.

Рейнольдс сони жуда катта, шунинг учун ҳаракат квадрат қаршилиқ соҳасида бўлади.

(2.20') ифода бўйича квадрат соҳада Рейнольдс сони ошишини аниқлаймиз

$$Re_{кв} = 21,6C \left(\frac{d}{\Delta} \right),$$

бунда, C – қўпаювчи тезлик бўлиб, Агроскин формуласи (2.23) билан топилиши мумкин:

$C = 17,72(k + \lg R) = 17,72(4,04 + \lg 0,0625) = 17,72(4,04 - 1,204) = 50,2 \text{ м}^{0,5}/\text{сек}$,
бунда силлиқлик параметри чўян қувурлар учун III жадвалга мос ҳолда $k = 4,04$, Гидравлик радиус

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{d}{4} = \frac{0,25}{4} = 0,0625 \text{ м}.$$

Топишган кийматларни C учун қўямиз:

$$Re_{кс} = 21,6 \cdot 50,2 \frac{250}{1,35} \approx 201000.$$

$Re = 389313 > Re_{кс} = 201000$, демак ҳаракат квадрат соҳада бўлди ва бизнинг таклифимиз тўғри.

(2.26) ифода бўйича напор йўқолишини аниқлаймиз

$$h_{\text{я}} = \frac{v^2 l}{C^2 R} = \frac{2,04^2 \cdot 500}{50,2^2 \cdot 0,0625} = 13,2 \text{ м.}$$

2.44-машқ.

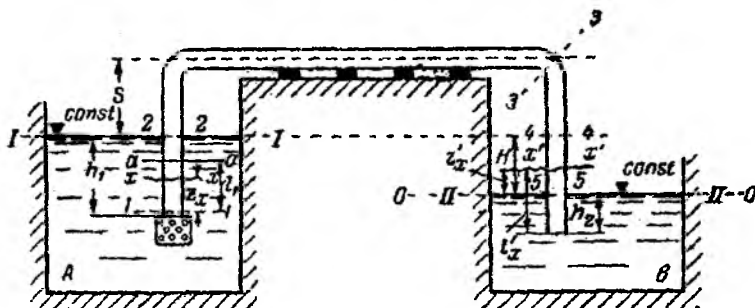
Агар қувур сарфи $Q = 100 \text{ л/сек}$ эмас, балки $Q = 40 \text{ л/сек}$ бўлганда олдинги машқ бўйича напор йўқолишини аниқланг.

Жавоб: $h_y = 2,16 \text{ м.}$

2.45-машқ.

Агар сифон узунлиги $l = 75 \text{ м}$, диаметри $d = 200 \text{ мм}$ бўлса, A идишдан B идишга горизонт $H = 1,5 \text{ м}$ бўлганда сифон орқали қандай сарфни тортиб олса бўлади (2.20-расм)? Қувур чўян, яхши ҳолатда ($V = 1,35 \text{ мм}$). 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5 кесимларда босим қандай, манометрикми ёки вакуумметрик? Қайси кесимда сифоннинг босими атмосфера босимига тенг бўлади? Нима учун 3-3 кесимда вакуум катта (2.20-расм)?

Идишларда тезлик напорини ҳисобга олманг. A идишга сув сатҳи кўтарилиши $s = 2 \text{ м}$, кўмилиш чуқурлиги эса $h_1 = 2 \text{ м}$ ва $h_2 = 1 \text{ м}$. Сув ҳарорати $t = 15^\circ \text{ C}$.



2.20-расм.

Ҳисоблаш: эркин юзада жойлашган 0-0 таққослаш текислиги, I-I ва II-II кесимлар учун Бернулли тенгламасини тузамиз

$$H + \frac{P_{\text{ат}}}{\gamma} = \frac{P_{\text{ат}}}{\gamma} + \sum h_{\text{гук}},$$

бундан $H = \sum h_{\text{гук}}$ барча напор қаршиликни енгиш учун кетади.

Ифодага маҳаллий ва узунликдаги йўқолишни қўямиз

$$H = \zeta_{\text{тур}} \frac{v^2}{2g} + \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} + 2\zeta_{\text{бур}} \frac{v^2}{2g} + \zeta_{\text{чик}} \frac{v^2}{2g} = \left(\zeta_{\text{тур}} + \lambda \frac{l}{d} + 2\zeta_{\text{бур}} + \zeta_{\text{чик}} \right) \frac{v^2}{2g}.$$

Тескари клапанли турга йўқолиш коэффициентини $\zeta_{\text{тур}} = 10$ қабул қиламиз (IV жадвал).

Узунликдаги йўқолиш коэффициенти λ ни билиш учун ҳаракат тартибини билиш керак. Машқда эса сарфни топиш керак, ваҳоланки тезлик номаълум. Агроскин формуласи бўйича коэффициент C ни топамиз ва ҳаракат квадрат ҳолатда деб, нормал қувур учун $k = 4,04$ ни қабул қиламиз.

$C = 17,72(k + \lg R) = 17,72(4,04 + \lg 0,05) = 17,72(4,04 - 1,301) = 48,5 \text{ м}^{0,5}/\text{сек},$
бунда

$$R = \frac{d}{4} = \frac{0,20}{4} = 0,05 \text{ м},$$

Бундан (2.21) ифодадан

$$\lambda = \frac{8g}{C^2} = \frac{8 \cdot 9,81}{48,5^2} = 0,0334.$$

IV жадвалдан $r/R_{\text{зак}} \approx 0,5$ ⁴учун $\zeta_{\text{бур}} = 0,29$ топамиз. (2.29) ифода бўйича чиқишдаги йўқолиш

$$h_{\text{чик}} = \frac{(v - v_0)^2}{2g} = \frac{v^2}{2g}$$

шу билан бирга (2.31) ифодада $\zeta_{\text{чик}} = 1$. Қийматларни тенгликка қўямиз:

$$1,5 = \left(10 + 0,0334 \frac{75}{0,2} + 2 \cdot 0,29 + 1 \right) \frac{v^2}{2g} = 24,10 \frac{v^2}{2g}.$$

Сифондаги тезликни топамиз

$$v = \frac{1}{\sqrt{24,10}} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,5} = 1,1 \text{ м/сек}.$$

$t = 15^\circ \text{C}$ ҳарорат учун кинематик ёпишқоқлик коэффициентини $\nu = 0,0114 \text{ м}^2/\text{сек}$ қабул қилиб, ҳаракат тартибини текшираемиз,

$$\text{Re} = \frac{vd}{\nu} = \frac{110 \cdot 20}{0,0114} = 193000.$$

Квадрат соҳанинг пастки чегарасини аниқлаймиз

⁴ $R_{\text{зак}}$ закругления

$$Re_{\text{кр}} = 21,6C \frac{d}{\Delta} = 21,6 \cdot 48,5 \cdot \frac{200}{1,35} = 155200.$$

Кўрилатган ҳолда $Re = 193000 > Re_{\text{кр}} = 155200$, унда ҳаракат квадрат соҳада, бизнинг тақлифимиз тўғри. Акс ҳолда, тезликни ва λ ни аниқлаштириш керак бўларди.

Сарфни қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаймиз:

$$Q = \omega v = 0,0314 \cdot 1,1 = 0,0346 \text{ м}^3/\text{сек} = 34,6 \text{ л/сек},$$

бунда

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,20^2}{4} = 0,0314 \text{ м}^2.$$

1-1 кесимда манометрик ёки вакуумметрик босим бўлишини аниқлаймиз. Қувур ичида олинган x-x кесим ва ҳовуз эркин юзасида жойлашган 1-1 кесим учун Бернулли тенгламасини тузамиз. Унда:

$$h_1 + \frac{p_{\text{ам}}}{\gamma} = z_x + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + \sum h_{\text{гидр I-x}} \quad (1)$$

бунда z_x — 1-1 кесимда танланган кесимгача бўлган масофа; p_x — танланган кесимдаги босим; p_x/γ — тўлиқ босимга эга пьезометрик баландлик; $h_{\text{гидр I-x}}$ — танланган кесимгача бўлган напор йўқолиши.

(1) тенгламадан топамиз:

$$\frac{p_x - p_{\text{ам}}}{\gamma} = h_1 - \left(z_x + \frac{v^2}{2g} + \sum h_{\text{гидр I-x}} \right)$$

Тенгламани таҳлил қиладиган бўлсак, 1-1 ва 2-2 орасида жойлашган кесимларда $h_1 > z_x + \frac{v^2}{2g} + \sum h_{\text{гидр I-x}}$ бўлгунча сифонда манометрик босим

бўлади, ҳозирги ҳолатда $\frac{p_x - p_{\text{ам}}}{\gamma} > 0$ ва $\frac{p_x}{\gamma} > \frac{p_{\text{ам}}}{\gamma}$. Агар

$h_1 = z_x + \frac{v^2}{2g} + \sum h_{\text{гидр I-x}}$ бўлса, у ҳолда сифондаги босим атмосфера босимига тенг, яъни

$$\frac{p_x - p_{\text{ам}}}{\gamma} = 0 \text{ ва } \frac{p_x}{\gamma} = \frac{p_{\text{ам}}}{\gamma}$$

Нихоят, агар $h_1 < z_x + \frac{v^2}{2g} + \sum h_{\text{гидр I-x}}$ бўлса, $\frac{p_x - p_{\text{ам}}}{\gamma} < 0$ бўлади ва

кувурда ҳам вакуум бўлади $\frac{p_x}{\gamma} < \frac{p_{\text{ам}}}{\gamma}$.

x-x кесимни 1-1 кесимга қўйиб, қуйидагига эга бўламиз:

$$\frac{p_1 - p_{atm}}{\gamma} = h_1 - \left(\frac{v^2}{2g} + \zeta_{\text{муп}} \frac{v^2}{2g} \right) = h_1 - \frac{v^2}{2g} (1 + \zeta_{\text{муп}}) = 2 - 0,0616(1 + 10) \approx 1,32 \text{ м}$$

Бу тенгламадан $z_x = z_1 = 0$ ва 1-1 кесимгача йўқотиш

$$h_{\text{гидр-х}} = \zeta_{\text{муп}} \frac{v^2}{2g}; \quad \frac{v^2}{2g} = \frac{1,1^2}{19,62} = 0,0616 \text{ м.}$$

Маълумки, 1-1 кесимда монометрик босим бўлади:

$$p_1 - p_{atm} = 9810 \cdot 1,32 = 12950 \text{ Н/м}^2 = 1320 \text{ кг/м}^2 = 0,312 \text{ кг/см}^2.$$

Босим атмосфера босимига тенг бўлганда қандай l_1 масофада a -а кесим жойлашади. Бу масофани қуйидаги шартдан келиб чиққан ҳолда топамиз

$$h_1 = z_x + \frac{v^2}{2g} + \zeta_{\text{муп}} \frac{v^2}{2g} + \lambda \frac{l_1}{d} \frac{v^2}{2g},$$

бунда $z_x = l_1$.

Бу тенгламадан фақат l_1 масофа номаълум, шунинг учун

$$l_1 + \lambda \frac{l_1}{d} \frac{v^2}{2g} = h_1 - \frac{v^2}{2g} (1 + \zeta_{\text{муп}}) = 2 - 0,0616(1 + 10) = 1,32 \text{ м,}$$

$$l_1 \left(1 + 0,0334 \cdot 0,0616 \frac{1}{0,2} \right) = 1,32; \quad l_1 = \frac{1,32}{1,02} \approx 1,31 \text{ м.}$$

Сифонда 2-2 кесимдаги босимни (1) тенгламадан аниқлаймиз:

$$h_1 + \frac{p_{atm}}{\gamma} = h_1 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} \left(1 + \zeta_{\text{муп}} + \lambda \frac{l_{1-2}}{d} \right)$$

ёки

$$\frac{p_{atm} - p_2}{\gamma} = 0,0616 \left(1 + 10 + 0,0334 \frac{2}{0,2} \right) = 0,68 \text{ м,}$$

демак, 2-2 кесимда вакуум

$$p_1 - p_{atm} = 9810 \cdot 0,68 = 6670 \text{ Н/м}^2 = 680 \text{ кг/м}^2 = 0,068 \text{ кг/см}^2.$$

3-3 кесимда $l_{1-3} = 75 - 4,50 = 70,5 \text{ м}$ ни ҳисобга олиб,

$$\begin{aligned} \frac{p_{atm} - p_3}{\gamma} &= s + \frac{v^2}{2g} \left(1 + \zeta_{\text{муп}} + \lambda \frac{l_{1-3}}{d} + \zeta_{\text{бур}} \right) = \\ &= 2 + 0,0616 \left(1 + 10 + 0,0334 \frac{70,5}{0,2} + 0,29 \right) = 2 + 1,42 = 3,42 \text{ м.} \end{aligned}$$

Демак, вакуум

$$p_{atm} - p_3 = 9810 \cdot 3,42 = 33550 \text{ Н/м}^2 = 33,55 \text{ кг/м}^2 = 0,342 \text{ кг/см}^2.$$

4-4 кесимда ($l_{1-3} = 75 - 2,5 = 72,5 \text{ м}$)

$$\frac{p_{am} - p_4}{\gamma} = \frac{v^2}{2g} \left(1 + \zeta_{\text{мур}} + \lambda \frac{l_{1-4}}{d} + 2\zeta_{\text{бур}} \right) = 0,0616 \times \\ \times \left(1 + 10 + 0,0334 \frac{70,5}{0,2} + 2 \cdot 0,29 \right) = 1,46 \text{ м},$$

Демак, вакуум

$$p_{am} - p_4 = 9810 \cdot 1,46 = 14322 \text{ Н/м}^2 \approx 14,32 \text{ кН/м}^2 = 0,146 \text{ кг/см}^2.$$

2-2 ва 4-4 кесимларда вакуумни қиёсласак, шуни аниқлаймизки, 2-2 кесимда суюқлик оқими бўйича сифондаги напор йўқолиши ошиши билан таққослаш текислигидан z_x баландликни камайиши натижасида вакуум ҳосил бўлади.

Сифоннинг 5-5 кесимидаги босимини аниқлаймиз. Ҳисобни соддалаштириш мақсадида II-II ва $x'-x'$ кесимлар учун Бернулли тенгламасини тузамиз

$$z'_x + \frac{p'_x}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = \frac{p_{am}}{\gamma} + \sum h_{\text{ўзг. x' - чик}} = \frac{p_{am}}{\gamma} + \lambda \frac{l'_x}{d} + \frac{v^2}{2g} + \zeta_{\text{чик}} \frac{v^2}{2g}.$$

$\zeta_{\text{чик}} = 1$ қабул қилиб, қисқартирилгандан кейин:

$$z'_x + \frac{p'_x}{\gamma} = \frac{p_{am}}{\gamma} + \lambda \frac{l'_x}{d} \frac{v^2}{2g} \text{ ва } \frac{p'_x - p_{am}}{\gamma} = \lambda \frac{l'_x}{d} \frac{v^2}{2g} - z'_x.$$

5-5 кесимда геометрик баландлик $z'_x = 0$ бўлса, унда манометрик босимни қуйидаги тенгламадан топамиз

$$\frac{p_5 - p_{am}}{\gamma} + \lambda \frac{l'_x}{d} \frac{v^2}{2g} = 0,0334 \frac{1}{0,2} 0,0616 \approx 0,01 \text{ м},$$

Мос равишда, 5-5 кесимдаги $\frac{p_5 - p_{am}}{\gamma}$ катталиқ $- p_{am}/\gamma$ катталиқни

$l'_x = h_2$ узунликдаги напор йўқолишига тенг бўлган миқдорга оширади. Сифоннинг ўнг вертикал қисмидаги босим атмосфера босимиға тенглигини қуйидаги шартдан аниқлаймиз:

$$\lambda \frac{l'_x}{d} \frac{v^2}{2g} = z'_x = l'_x - h_2,$$

бундан

$$l'_x = \frac{h_2}{1 - \lambda \frac{1}{d} \frac{v^2}{2g}} = \frac{1}{1 - 0,0334 \frac{0,0616}{0,2}} = 1,01 \text{ м}.$$

3-3 кесимда вакуум катта бўлади, чунки бу кесимда геометрик баландлик z_x йўқолиши жуда катта бўлади.

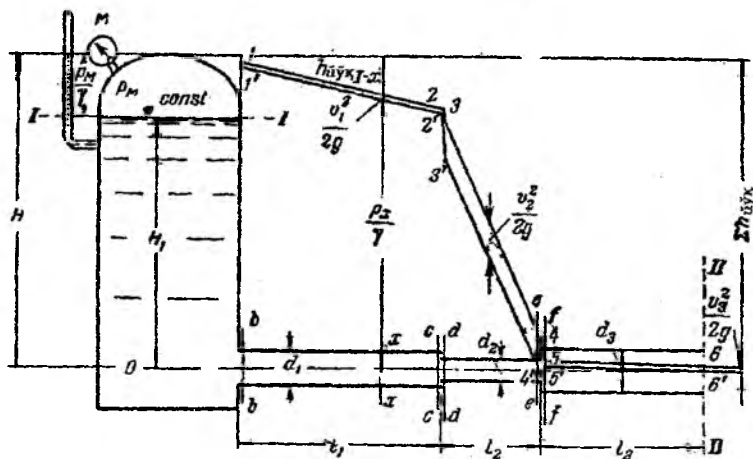
2.46-машқ.

Кувур тизими бўйлаб $Q = 0,012 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарфни ўтказиш учун 2.21-расмда кўрсатилган H напорни аниқланг. Қуйидагилар берилган: кувур диаметри $d_1 = 75 \text{ мм}$, $d_2 = 50 \text{ мм}$, $d_3 = 100 \text{ мм}$. Сохалар узунликлари $l_1 = 10 \text{ м}$, $l_2 = 5 \text{ м}$, $l_3 = 8 \text{ м}$. Кувур чуян, фойдаланилган ($\Delta = 1,35 \text{ мм}$). Сув харорати $t = 10^\circ \text{C}$. Ёпиқ резервуарда монометрик босим $p_a = 2,943 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 0,3 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^2$. Солиштирма энергия ва пьезометрик чизикларини қуринг (2.21-расмда p_x/γ орқали манометрик босимга мос пьезометрик баландлик кўрсатилган)

е-е кесимда $\frac{P_a - P_e}{\gamma}$ вакуумни ҳисоблаймиз.

Кўрсатма: Солиштирма энергия чизигини йўқолишлар кетма кет кувур ўқидан $H = 15,12 \text{ м}$ баландликда жойлашган горизонтал чизикдан бошлаб қўйилади.

Жавоб: $H = H_1 + p_a/\gamma = 15,12 \text{ м}$ (Шези коэффицентини 1-1 кесимда $k = 4,04$ учун (2.23) ифода бўйича ҳисобланган $\frac{P_a - P_e}{\gamma} = 0,32 \text{ м}$ сув уст..)



2.21-расм.

2.47-машқ.

2.21-расмда кувурлар тизими кўрсатилган, агар ёпик резервуарда манометрик босим ўрнига вакуум $p_{\text{вак}} = 2,943 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 0,3 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^2$ бўлса, олдинги машқдаги кийматлар асосида H_1 ($H_1 = 12,12 \text{ м}$) учун Q сарфини аниқланг. Кувур чўян, кувур диаметри ва узунлиги олдинги машқдагидек қабул қилинган. Солиштирма энергия ва пьезометрик чизикни қуринг.

Курсатма Солиштирма энергия чизигини йўқолишлар кетма кет кувур ўқидан $H = H_1 - \frac{p_{\text{вак}}}{\gamma} = 9,12 \text{ м}$ баландликда жойлашган горизонтал чизикдан бошлаб қўйилади.

$e-e$ кесимда $\frac{p_a - p_e}{\gamma}$ вакуумни ҳисоблаш чизикни қуришда напор кувур ўқидан баландликда жойлашган горизонтал чизикқа қўйилади.

Жавоб: $Q = 9,25 \text{ л/сек.}$ (Шези коэффициентни юқоридаги машқдагидек ҳисобланади);

$$\frac{p_a - p_e}{\gamma} = 0,18 \text{ м сув уст.}$$

2.48-машқ.

Дарёдан $Q = 0,02 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарф узатиш учун дарё бўйида насос станция қуриш мўлжалланган (2.22-расм). Насос ўқи дарё сатҳидан $h_n = 4 \text{ м}$ баландликда. Сўрувчи кувур узунлиги $l = 20 \text{ м}$, кувур чўян, янги ($k = 4,46$, $\Delta = 0,5 \text{ мм}$).

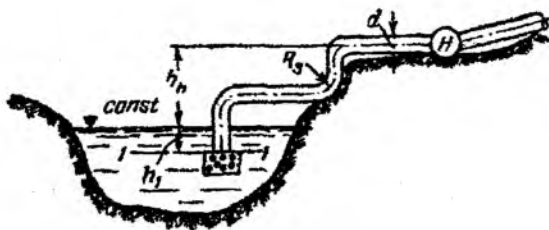
Аниқлаш талаб қилинади:

- 1) Рухсат этилган тезлик $v = 0,8 - 1,2 \text{ м/сек}$ дан келиб чиқиб, сўрувчи кувур диаметрини;
- 2) Вакуум катталигини;
- 3) $h_1 = 1,5 \text{ м}$ чуқурликда жойлашганда, 1-1 кесимда вакуум бўладими?

Ҳисоблашда дарёдаги тезлик напори ҳисобга олинмасин. Сув ҳарорати $t = 12^\circ \text{C}$. $\zeta_{\text{зак}}$ ни аниқлаш учун $r/R_{\text{зак}}$ ни 0,45 га тенг олинсин.

Жавоб: 1) $d = 150 \text{ мм}$; 2) $\frac{p_a - p_2}{\gamma} = 5$ ($\lambda = 0,028$); 3) вакуум йўқ,

чунки, $p_1 - p_{\text{атм}} = 7700 \text{ Н/м}^2 = 785 \text{ кг/м}^2 = 0,08 \text{ кг/см}^2$.



2.22-рasm.

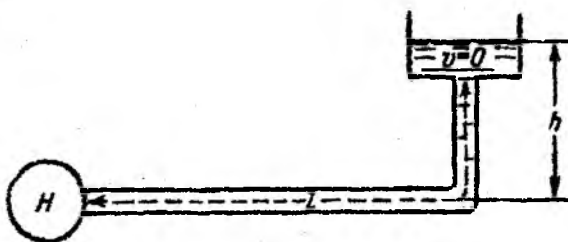
2.49-машқ.

Олдинги машқ шarti асосида сўрувчи кувурда вакуум 7 м сув уст. дан ошмаслиги учун $Q = 0,020 \text{ м}^3/\text{сек}$, $d = 150 \text{ мм}$ ва $l = 20 \text{ м}$ бўлганда сув сатхидан насос ўқи жойлашган баландликни аниқланг. Кувур чуян ва яхши ҳолатда.

Жавоб: $h_n = 5,9 \text{ м}$.

2.50-машқ.

Узунлиги $l = 50 \text{ м}$ бўлган сув минораси баландлиги $h = 12 \text{ м}$ да $Q = 15 \text{ л/сек}$ сарфни ўтказишини таъминлаш учун насос ҳосил қиладиган манометрик босимни аниқланг (2.23-рasm). Кувур диаметри $d = 150 \text{ мм}$. Бир неча йил эксплуатация қилинган кувурлар учун ғадир-будирлик баландлиги $\Delta = 1,35 \text{ мм}$. Сув ҳарорати $t = 15^\circ \text{C}$ қабул қилинсин, $\zeta_{\text{зак}} = 0,29$.

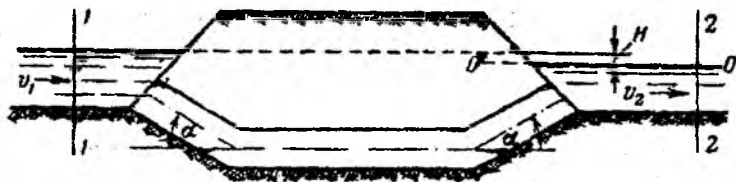


2.23-рasm.

Жавоб: $p = 12,3 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 1,25 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^2 = 1,25 \text{ кг/см}^2$.

2.51-машқ.

Сув тармоғини йўлдан ўтказиш учун темир бетон дюкер ётқизиш керак (2.24-расм). $H = 0,20$ м горизонтлар фаркида, $Q = 0,95$ м³/сек сув сарфини ўтказишини таъминлайдиган дюкер диаметрини аниқланг. Дюкер узунлиги $l = 15$ м, бурилиш бурчаги $\alpha = 30^\circ$. Юкори каналда тезлик $v_1 = 0,7$ м/сек, пастдагида эса $v_2 = 0,8$ м/сек. Сув ҳарорати $t = 20^\circ$ С қабул қилинсин. Дюкер деворининг ғадир-будирлик баландлиги $\Delta = 1$ мм.



2.24-расм.

Ҳисоблаш: 0-0 таққослаш текислигига нисбатан 1-1 ва 2-2 кесимлар учун Бернулли тенгламасини тузамиз. Эркин юзада жойлашган кесимлардаги нукталардан бирини танлаймиз. Унда

$$H + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + \sum h_{\text{юк}}$$

ёки

$$H = \sum h_{\text{юк}} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}.$$

Канал ҳаракатини текис ўзгарувчан деб, $\alpha_1 = \alpha_2 = 1,1$ қабул қиламиз, унда

$$H = \sum h_{\text{юк}} + \frac{1,1 \cdot 0,8^2}{19,62} - \frac{1,1 \cdot 0,7^2}{19,62} = \sum h_{\text{юк}} + 0,008.$$

Дюкернинг тезлиги v орқали йўқотишни тенгламага қўямиз

$$H = \zeta_{\text{кир}} \frac{v^2}{2g} + 2\zeta_{\text{бур}} \frac{v^2}{2g} + \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} + \frac{(v - v_2)^2}{2g} + 0,008.$$

$\zeta_{\text{кир}} = 0,5$, $\zeta_{\text{бур}} = 0,2$ IV жадвалдан қабул қиламиз, унда

$$H = \left(0,9 + \lambda \frac{l}{d} \right) \frac{v^2}{2g} + \frac{(v - 0,8)^2}{2g} + 0,008.$$

Бу тенгламада кувур диаметри ҳаракат тартибига ва қаршилиқ соҳасига боғлиқ бўлган тезлик ва гидравлик ишқаланиш коэффициентига функционал мунособатдадир. Машқ танлаш усули орқали ҳисобланади.

Ҳисобланган напор тенгламаси билан шартда келтирилган $H = 0,20$ м напор тенг бўлмагунча диаметр танлаймиз.

$d = 0,6$ м оламиз. Унда,

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,6^2}{4} = 0,283 \text{ м}^2;$$

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{0,95}{0,283} = 3,36 \text{ м/сек};$$

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{3,36^2}{19,62} = 0,575 \text{ м}.$$

I жадвалдан $t = 20^\circ \text{C}$ бўлганда $\nu = 0,0101 \text{ см}^2/\text{сек}$ танлаб, ҳаракат тартибини аниқлаймиз,

$$\text{Re} = \frac{vd}{\nu} = \frac{336 \cdot 60}{0,0101} = 1,996 \cdot 10^6.$$

Рейнольдс сони Re катта бўлганлиги сабабли, қаршилик соҳасини квадрат қаршилик деб ҳисоблаймиз. Квадрат қаршилик соҳаси учун Шези коэффициенти C ни, Маннинг формуласи бўйича (2.24) аниқлаймиз:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} = 83,33 \sqrt[6]{0,15} = 60,7 \text{ м}^{0,5}/\text{сек}.$$

Бунда сифатли бетонланган ўзан учун ғадир-будирлик коэффициентини $n = 0,012$ оламиз:

$$R = \frac{d}{4} = \frac{0,6}{4} = 0,15 \text{ м}.$$

Квадрат соҳанинг куйи чегарасини аниқлаймиз

$$\text{Re}_{\text{кр}} = 21,6C \frac{d}{\Delta} = 21,6 \cdot 60,7 \frac{0,6}{0,001} = 7,867 \cdot 10^5.$$

$\text{Re} > \text{Re}_{\text{кр}}$ бўлгани учун бизнинг таклифимиз тўғри, демак,

$$\lambda = \frac{8g}{C^2} = \frac{8 \cdot 9,81}{60,7^2} = 0,0213. \text{ Диаметр } d = 0,6 \text{ м учун напорни аниқлаймиз:}$$

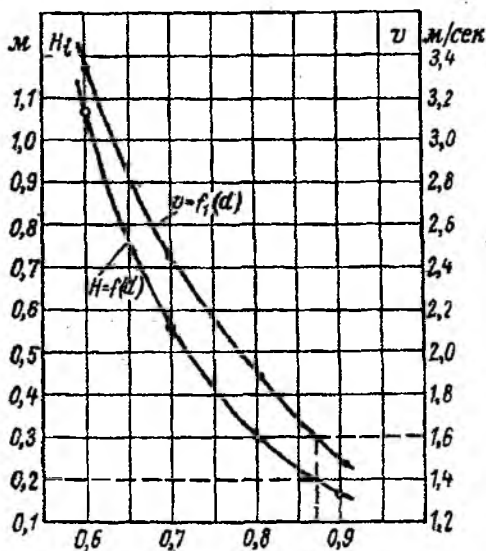
$$H = \left(0,9 + 0,0213 \frac{1,5}{0,6} \right) 0,575 + \frac{(3,36 - 0,8)^2}{19,62} + 0,008 = 1,063 \text{ м} \neq H = 20 \text{ м}.$$

Демак, аниқланган напор шартда берилган напор $0,20$ м дан катта бўлганлиги учун катта диаметр танлаймиз ва ҳисобларни 2.2-жадвалга киритамиз.

$d, \text{м}$	$\omega, \text{м}^2$	$v = \frac{Q}{\omega}$ м/сек	$Re = \frac{vd}{\nu}$	$C,$ $\text{м}^{0,5}/\text{сек}$	$Re_{\text{кр}}$	Қаршилик соҳаси	$\lambda = \frac{8g}{C^2}$	$H_i, \text{м}$
0,6	0,283	3,36	$1,996 \cdot 10^6$	60,7	$7,867 \cdot 10^5$	Квадрат	0,0213	1,063
0,7	0,385	2,47	$1,711 \cdot 10^6$	62,2	$9,405 \cdot 10^5$	Квадрат	0,0202	0,560
0,8	0,503	1,89	$1,497 \cdot 10^6$	63,6	$1,100 \cdot 10^6$	Квадрат	0,0194	0,298
0,9	0,636	1,49	$1,328 \cdot 10^6$	65,0	$1,264 \cdot 10^6$	Квадрат	0,0186	0,169

Берилганларга асосланиб, $H = f(d)$ ва $v = f_1(d)$ графикларни курамиз ва берилган напор $H = 0,20 \text{ м}$ га мос диаметрини топамиз (2.25-расм).

График бўйича $d = 0,87 \text{ м}$, $v = 1,6 \text{ м/сек}$ тезликка мос $d = 0,87 \text{ м}$ диаметрини қабул қиламиз.



2.25-расм.

2.52-машқ.

Агар сарф берилганларга нисбатан 50% ошса, олдинги машқдаги дюкер ўлчамлари учун ($d = 0,87 \text{ м}$, $l = 15 \text{ м}$) напорни аниқланг (2.24-расм). Ғадир-будирлик баландлиги ва харорати олдинги машқдагидек олинсин. Юкори ва пастки канал тезликлари бир хил $v_1 = v_2 = 0,8 \text{ м/сек}$ олинсин. Сарф ошганда шу напор ($H = 0,20 \text{ м}$)ни саклаб қолиш учун дюкерда қандай диаметр танлаш керак?

Жавоб: $H = 0,49 \text{ м}$, $d = 1,04 \text{ м}$.

2.53-машқ.

Трапециодал кесимли каналда ўзан тубининг кенглиги $b = 8,50 \text{ м}$, текис ҳаракатда сувнинг чуқурлиги $h = 1,7 \text{ м}$. Сарф $Q = 15 \text{ м}^3/\text{сек}$. Узунлиги $l = 1 \text{ км}$ соҳада напор йўқолишини ҳар хил формулалардан фойдаланиб топинг. Ҳисобларда канал қиялик коэффициенти $m = 1$ олинсин. Канал ўртача шароитда, таъмирга мухтож.

Ҳисоблаш: Напор йўқолишини аниқлаш учун ҳаракат тартибини аниқлаймиз

$$Re = \frac{vR}{\nu}, \text{ бунда } R = \frac{\omega}{\chi}.$$

Каналнинг ҳаракатдаги кесим юзаси

$$\omega = bh + mh^2 = (b + mh)h = (8,50 + 1 \cdot 1,7)1,7 = 17,34 \text{ м}^2.$$

Ҳўлланган периметр

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 8,50 + 2 \cdot 1,7\sqrt{2} = 13,31 \text{ м}.$$

Унда $R = \frac{17,34}{13,31} = 1,30 \text{ м}$, каналдаги тезлик эса

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{15}{17,34} \approx 0,86 \text{ м/сек}.$$

Сув хароратини $t = 20^\circ \text{C}$ қабул қиламиз ва мос равишда

$$\nu = 0,0101 \text{ см}^2/\text{сек} \text{ (I жадвал)}.$$

Рейнольдс сонини топамиз

$$Re = \frac{86 \cdot 130}{0,0101} = 1,110700 \gg 580,$$

демак, ҳаракат тартиби турбулент.

Рейнольдс сони катта бўлганлиги учун ҳаракат квадрат қаршилиқ соҳасида бўлаяпти.

(2.26) ифода билан напор йўқолишини топамиз

$$h_{\text{ггк}} = \frac{v^2 l}{C^2 R}.$$

Шези коэффициентлари ва йўқолишни ҳар хил ифодалар билан ҳисоблаймиз:

а) Маннинг формуласи бўйича (2.24)

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} = 40 \sqrt[6]{1,3} = 41,9 \text{ м}^{0,5}/\text{сек},$$

бунда $n = 0,025$, (II жадвал), $\frac{1}{n} = 40$;

б) Базен формуласи бўйича $\gamma = 1,30$ учун (тупрокли деворлари оддий ҳолатда)

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} = \frac{87}{1 + \frac{1,3}{\sqrt{1,3}}} = 40,6 \text{ м}^{0,5}/\text{сек};$$

$$h_{\text{вук}} = \frac{0,86^2 \cdot 1000}{40,6^2 \cdot 1,3} = 0,343 \text{ м}.$$

в) Фортгеймер формуласи бўйича (2.25)

$$C = \frac{1}{n} R^{0,2} = 40 \cdot 1,3^{0,2} = 40 \cdot 1,054 = 42,1 \text{ м}^{0,5}/\text{сек};$$

$$0,2 \lg 1,3 = 0,2 \cdot 0,11394 = 0,02279; 1,3^{0,2} = 1,054; h_{\text{вук}} = \frac{0,86^2 \cdot 1000}{42,1^2 \cdot 1,3} \approx 0,319 \text{ м}.$$

г) Павловский формуласи бўйича (2.22)

$$C = \frac{1}{n} R^y = 40 \cdot 1,3^{0,206} = 40 \cdot 1,056 = 42,2 \text{ м}^{0,5}/\text{сек},$$

бунда, $y \approx 1,3 \sqrt{n} = 1,3 \sqrt{0,025} = 0,206$, $R > 1 \text{ м}$; $1,3^{0,206} = 1,056$;

$$h_{\text{вук}} = \frac{0,86^2 \cdot 1000}{42,2^2 \cdot 1,3} = 0,318 \text{ м}.$$

д) Агроскин формуласи бўйича (2.23)

$C = 17,72(k + \lg R) = 17,72(2,3 + \lg 1,3) = 17,72(2,3 + 0,11394) = 42,7 \text{ м}^{0,5}/\text{сек}$,
бунда тупроқ каналларда ва таъмир учун силликлик параметри $k = 2,3$
қабул қилинади (III жадвал);

$$h_{\text{вук}} = \frac{0,86^2 \cdot 1000}{42,7^2 \cdot 1,3} \approx 0,311 \text{ м};$$

(2.23') кўринишдаги Агроскин формуласи орқали:

$$C = \frac{1}{n} 17,72 \lg R = 40 + 17,72 \lg 1,3 = 42,02 \text{ м}^{0,5}/\text{сек};$$

$$h_{\text{вук}} = \frac{0,86^2 \cdot 1000}{42,02^2 \cdot 1,3} \approx 0,322 \text{ м}.$$

III боб. ДОИМИЙ ВА ЎЗГАРУВЧАН НАПОР ОСТИДА НАЙЧА ВА АЙЛАНА ҚИРҚИМЛАРДАН СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ОҚИШИ

Доимий напор остидаги сууюқликнинг оқиши. Доимий напордаги найча ва айлана қирқимлардан сууюқлик сарфининг асосий формуласи

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH_0}, \quad (3.1)$$

бунда $\mu = \varphi \varepsilon$ – сарф коэффициенти;

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \sum \zeta}} \text{ – тезлик коэффициенти;}$$

ζ – қаршилиқ коэффициенти; $\varepsilon = \omega_c / \omega$ – сикилиш коэффициенти;

ω – айлана қирқим юзаси;

ω_c – сикилган кесимдаги оқим юзаси;

$$H_0 = H + \frac{\alpha v_0^2}{2g} \text{ – айлана қирқим огирлик}$$

марказидаги напор; v_0 – тезлик ҳисобига

яратилган напор (3.1-расм);

α – Кориолис коэффициенти.

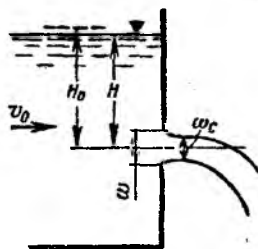
Баландлиги бўйича $0,1H$ дан кам бўлган кичик айлана қирқимлар учун, коэффициентларнинг сонли қийматлари 3.1-жадвалда келтирилган.

3.1-жадвал

3.2-расм	Найча тури	φ	ε	μ	Эслатма
а	Уткир қиррали найча	0,97	0,64	0,62	Тула тугатилган сикилишда
б	Ташки цилиндрик найча	0,82	1,0	0,82	$l = (3 \div 4)d$ узуниликдаги найча учун
в	Ички цилиндрик найча	0,71	1,0	0,71	–
г	Коник кириш учлиги	0,96	0,98	0,94	$\theta = 13^\circ$ бўлганда
д	Коник таркатувчи найча	0,45	1,0	0,45	$\theta = 6^\circ$ бўлганда коэффициент μ чикиш оқимиға тегишли
е	Конуссимон найча	0,97	1,0	0,97	–

(сууюқлик сув бўлган, Рейнольдс сонлари катта ва турбулент ҳаракат бўлган ҳолат учун)

Узуниликнинг кичик қийматларида ($l < 3d$) ёки найчанинг катта бурчақда кенгайишида ($\theta > 10^\circ$) найча деворларидан оқим кечиқиши – вакуум бузилиши содир бўлиши мумкин ва бунда найчанинг сарф коэффициенти талабига жавоб берган ҳолда (3.2, ж-расм) айлана қирқим каби ишлайди. Агар идишнинг йўналган деворларидан айлана қирқим етарли узоклашган бўлса, айлана қирқимдан олинидаги сикилиш



3.1-расм.

бажарилган ҳисобланади. Бажарилган сиқилиш шarti $e > 3a$, бунда a – айлана қирқим томонлари; e – шу томондан идишнинг йўналган деворигача тик йўналиш бўйича масофа.

Тугалланмаган сиқилишдаги $\mu_{\text{туз}}$ – сарф коэффициенти μ – тугалланган сиқилишдагидан катта.

$$\mu_{\text{туз}} = \mu \left[1 + 0,64 \left(\frac{\omega}{\Omega} \right)^2 \right], \quad (3.2)$$

бунда Ω – ω юзали айлана қирқим қилинган турнинг ҳўлланган юзаси.

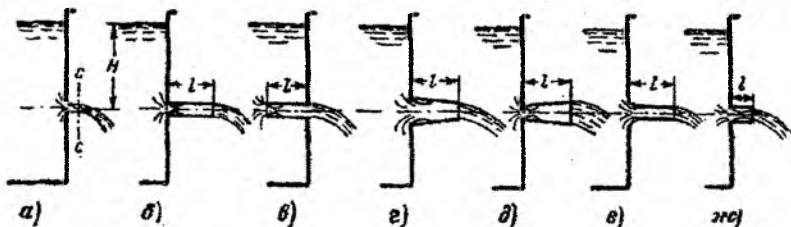
Агар айлана қирқим идишнинг бир ёки иккала йўналган деворларига зич жойлашган бўлса, унда сиқилиш тўлиқ ҳисобланмайди. Тўлиқ эмаслик ҳисоби сарф коэффициентидан аниқланади

$$\mu_{\text{туз}} = \mu \left(1 + c \frac{n}{p} \right), \quad (3.3)$$

бунда c – айлана шаклидаги айлана қирқимлар учун 0,13, тўғри, тўртбурчак шаклидаги айлана қирқимлар учун 0,15 га тенг коэффициент;

n – сиқилиш йўқотилгандаги айлана қирқим периметри;

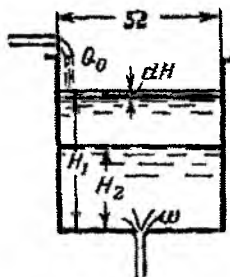
p – айлана қирқимнинг тўлиқ периметри.



3.2-расм.

Айлана қирқим ёки найча қўмилган ҳолатда оқишда, яъни айлана қирқим ёки найча огирлик маркази ташқаридаги суюқлик эркин сатҳидан юқорида жойлашганда, ҳамма юқорида келтирилган коэффициентларни амалий қиймати худди қўмилмаган айлана қирқим учун аниқлангани каби аниқланади. Бунда напор суюқлик эркин сатҳи белгилари орасидаги z фарқ каби қабул қилинади.

Ўзгарувчан напорда суюқлик оқиши – нобарқарор ҳаракат ҳисобланади. Чунки, сарф, тезлик ва напор вақт бўйича ўзгаради.



3.3-расм.

Агар идишдан Ω кўндаланг кесим юзасидан ω айлана кирқим орқали Q миқдорда суюқлик оқса ва шу билан бир вақтда идишга доимий Q_0 суюқлик миқдори келиб тушса (3.3-расм), бунда dt вақт ичида сарф $\mu\omega\sqrt{2gH}dt$ ва Q_0dt кираётган оқим фарқлари ҳисобига идишдаги суюқлик ҳажми ΩdH га ўзгаради

$$(Q_0 - \mu\omega\sqrt{2gH})dt$$

Тенглик

$$\Omega dH = (Q_0 - \mu\omega\sqrt{2gH})dt \quad (3.4)$$

бу ифода ўзгарувчан напор бўлгандаги айлана кирқимдан оқишнинг асосий дифференциал тенгламаси ҳисобланади.

Куйида келтирилган ҳолларда (3.4) ифода интегралланади ва натижада оддий ҳисоб формулалари келиб чиқади.

1. Доимий Q_0 оқиб келиш бўлгандаги ўзгарувчан напорда оқиш. (3.3-расм).

($\Omega = const$) призматик идиш бўлган ҳолда H_1 дан H_2 гача напор ўзгариш t вақти куйидаги ифодадан аниқланади

$$t = -\frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}} \left(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2} + \sqrt{H_0} \ln \frac{\sqrt{H_0} - \sqrt{H_1}}{\sqrt{H_0} - \sqrt{H_2}} \right), \quad (3.5)$$

бунда H_0 – айлана кирқимдан оқаётган сарф киришдаги миқдорга тенг

бўлганда барқарор ҳаракатдаги напор, яъни $H_0 = \frac{Q_0^2}{\mu^2\omega^2 2g}$. Қолган ифодалар юқорида кўрсатилган.

(3.5) ифода идишдаги горизонт кўтарилиши каби, пасайиш ҳоли учун ҳам тўғри, яъни $Q_0 > Q$ бўлганда ва $Q_0 < Q$. Иккала ҳол учун H напор ўзгариш чегараси H_0 ҳисобланади.

2. Оқиб келиш бўлмаган ҳолдаги ўзгарувчан напорда оқиш ($Q_0 = 0$ ва шунингдек, $H_0 = 0$).

Бу ҳолда H_1 дан H_2 гача напор ўзгариш вақти t куйидаги ифодадан аниқланади

$$t = -\frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}) \quad (3.6)$$

Бундан келиб чиқадики, H бошланғич ва $H_2 = 0$ охириги напордаги идишни тўлдириш ва бўшатиш t вақти куйидагига тенг

$$t = \frac{2\Omega\sqrt{H}}{\mu\omega\sqrt{2g}} \quad (3.7)$$

3. Ўзгарувчан сатх остига ўзгарувчан напорда оқиш (3.4-расм).

$\Omega_1 = const$ ва $\Omega_2 = const$ бўлгандаги H_1 дан H_2 гача напор ўзгариши t вақти куйидаги ифодадан аниқланади

$$t = \frac{2\Omega_1\Omega_2}{(\Omega_1 + \Omega_2)\mu\omega\sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}) \quad (3.8)$$

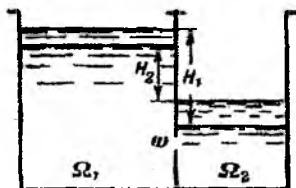
Идишларнинг юзаси бир хил $\Omega_1 = \Omega_2$ бўлганда (3.8) ифодадан куйидагини оламиз:

$$t = \frac{\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}) \quad (3.9)$$

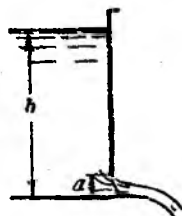
Туташ идишлардаги (3.4-расм) сатхларини тенглаштириш вақтини аниқлаш учун (3.8) ва (3.9) ифодага $H_2 = 0$ напорни қўйиб, формула ҳосил қилиш мумкин.

Агар идиш цилиндрик эмас ($\Omega \neq const$), балки Ω юзаси H напор билан аналитик боғлиқ (идиш геометрик тўғри шаклга эга) бўлса, бунда (3.4) дифференциал ифодага $\Omega = f(H)$ қийматларини қўйиш ва уни H ўзгариш чегарасида интеграллаш керак. Агар Ω ва H ўртасида аналитик узлуксизлик йўқ бўлса (масалан, тўғон олди, сув омборларида), унда (3.4) ифодага яқинроқ усулларда ечилади.

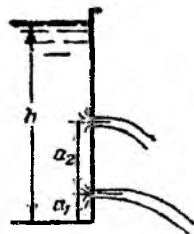
Юқорида кўрсатилган икки ҳол ҳам машқларда ечими билан кўрсатилган.



3.4-расм.



3.5-расм.



3.6-расм.

ДОИМИЙ НАПОР БЎЛГАНДА ОҚИШ

3.1-машқ.

Агар айлана қирқим маркази идиш тубидан $e = 20 \text{ см}$ масофада ва идишдаги сув сатҳидан $h = 185 \text{ см}$ чуқурликда жойлашган бўлса, $Q = 5,20 \text{ л/сек}$ сарф чиқиши учун идиш деворидаги айлана қирқим диаметрини аниқланг.

Жавоб: $d = 4,2 \text{ см}$.

3.2-машқ.

Идиш девордаги квадрат айлана қирқим бир томони билан $a = 3,6 \text{ см}$ идиш тубига бирлашган (3.5-расм). Идишда сув қандай h чуқурликда бўлганда айлана қирқимдан чиқаётган сарф $Q = 4,18 \text{ л/сек}$ бўлади?

Жавоб: $h = 130 \text{ см}$.

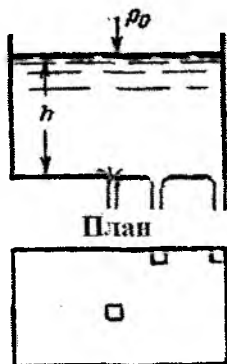
3.3-машқ.

Иккита бир хил айлана шаклидаги ўткир қиррали айлана қирқим $d = 6 \text{ см}$ катта идишнинг вертикал деворида бир бирининг тагида жойлашган (3.6-расм). Пастки айлана қирқим маркази идиш тубидан $a_1 = 20 \text{ см}$ масофада жойлашган. Айлана қирқимлар марказлари орасидаги масофа $a_2 = 50 \text{ см}$. Идишдаги сувнинг қандай чуқурлигида иккита айлана қирқимдан сарфлар йиғиндиси $Q = 23,0 \text{ л/сек}$ бўлишини аниқланг.

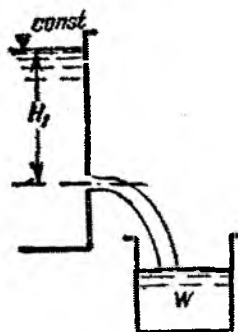
Жавоб: $h = 267 \text{ см}$.

3.4-машқ.

Идиш тубида учта бир хил $a = 3,5 \text{ см}$ томонли квадрат айлана қирқимлар жойлашган. Бир айлана қирқим идиш туби марказида жойлашган, бошқаси – бир ёни билан ён деворга бирлашган, учинчиси туб бурчагида жойлашган (3.7-расм). Идишдаги сув чуқурлиги $h = 85 \text{ см}$.



3.7-расм.



3.8-расм.

Аниқлаш керак:

- 1) Агар сув сиртида $p_0 = 1,0 \text{ ат}$ атмосфера босими бўлганда, айлана қирқимлардан Q_1 йиғинди сарфни;
- 2) Агар сув сиртида босим $p_0 = 1,8 \text{ ат}$ атмосфера бўлганда, айлана қирқимлардан Q_2 йиғинди сарфни.

Жавоб: 1) $Q_1 = 9,65 \text{ л/сек}$; 2) $Q_2 = 31,1 \text{ л/сек}$.

3.5-машқ.

Юпка деворли айлана қирқимдан $W = 1,90 \text{ м}^3$ хажмга эга сув идишга оқяпти. Айлана қирқим юзаси $\omega = 20 \text{ см}^2$. Айлана қирқим маркази устидаги напор $H_1 = 0,90 \text{ м}$ (3.8-расм).

Аниқлаш керак:

- 1) Идиш тўлиш вақти t ни
- 2) Қандай H_2 напорда идиш 2 марта тезроқ тўлади.

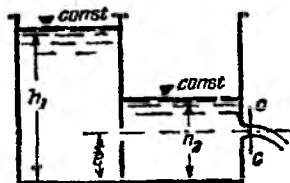
Жавоб: 1) $t = 6 \text{ мин } 6 \text{ сек}$; 2) $H_2 = 3,6 \text{ м}$.

3.6-машқ.

$D = 20 \text{ см}$ диаметри патрубк (идишдан чикарилган тармоқланган қиска кувур) марказида куйилган ўткир қиррали айлана қирқимдан $Q = 48 \text{ л/сек}$ сарф ўтяпти. Айлана қирқим диаметри $d = 11 \text{ см}$. Қиска кувурдаги p босимни аниқланг.

Кўрсатма. Ўтиш тезлиги ва айланма қирқимдаги тугалланмаган сиқилишни ҳисобга олиш керак.

Жавоб: $p = 0,29 \text{ ат}$ (ортикча).



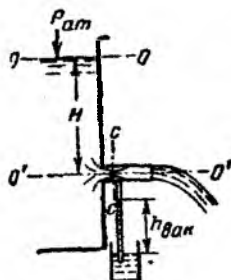
3.9-расм.

3.7-машқ.

Идишни иккига бўлиб турган тик (вертикал) деворда айлана айлана қирқим $d_1 = 5 \text{ см}$ жойлашган (3.9-расм). Идишнинг чап қисмида сув чуқурлиги $h_1 = 2,50 \text{ м}$ айлана қирқимдаги сарф $Q = 3,10 \text{ л/сек}$.

Аниқлаш керак: Ўнг қисмидаги сувнинг h_2 чуқурлигини, ташқи девордаги айлана қирқим d_2 диаметрини, идишдан оқиб чиқаётган оқим сиқилган кесимидаги v_c тезликни. Иккала айлана қирқимлар маркази тубдан $e = 1,0 \text{ м}$ баландликда жойлашган.

Жавоб: $h_2 = 2,17 \text{ м}$; $d_2 = 3,6 \text{ см}$; $v_c = 4,65 \text{ м/сек}$.



3.10-расм.

3.8-машқ.

Идиш деворида жойлашган цилиндрик найча орқали (3.10-расм) $Q = 5,6 \text{ л/сек}$ микдорда сув сарфланяпти. Найча диаметри $d = 3,8 \text{ см}$

узунлиги $l=15$ см. Найча маркази устидаги H напорни, v_c тезлик ва найчадаги p_c босимни (сикилган кесимда) аниқланг.

Ҳисоблаш: Найча узунлиги $l=15$ см тахминан $4d$ ни ташкил қилади, шунингдек, сарф коэффициентини $\mu=0,82$ қабул қилиш мумкин. Диаметр $d=3,8$ см бўлганда юза $\omega=11,3$ см² га тенг. Найча маркази устидаги напор (3.1) ифодадан

$$H = \frac{Q^2}{\mu^2 \omega^2 2g} = \frac{5600^2}{0,82^2 \cdot 11,3^2 \cdot 2 \cdot 9,81} = 186 \text{ см.}$$

Найчанинг чиқиш кесимидаги тезлик

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{5600}{11,3} = 496 \text{ см/сек.}$$

Узлуксизлик шартидан $\omega_c v_c = \omega v$ сикилган кесимда тезлиكنи $\varepsilon = \omega_c / \omega = 0,64$ деб олиб, аниқлаймиз,

$$v_c = v \frac{\omega}{\omega_c} = \frac{v}{\varepsilon} = \frac{496}{0,64} = 775 \text{ см/сек.}$$

p_c босимни аниқлаш учун $0' - 0'$ найча ўқидан ўтувчи, таққослаш текислиги бўйича $C - C$ ва $0 - 0$ икки кесим учун Бернулли тенгламасини тузамиз (3.10-расм):

$$H + \frac{p_{ат}}{\gamma} + \frac{\alpha v_0^2}{2g} = 0 + \frac{p_c}{\gamma} + \frac{\alpha v_c^2}{2g} + h_{\text{бук}}.$$

Кесимлар ўртасида фақат юпка девор қаршилигида йўқотиш бўлгани учун,

$$h_{\text{бук}} = \zeta_{\text{ю.д}} \frac{v_c^2}{2g} \cdot H + \frac{\alpha v_0^2}{2g} = H_0 \text{ деб олиб, қуйидагини оламиз:}$$

$$\frac{p_c}{\gamma} = H_0 + \frac{p_{ат}}{\gamma} - \frac{v_c^2}{2g} (\alpha + \zeta_{\text{ю.д}}).$$

Сонли қийматларини қўйиб, h босим баландлигини оламиз.

$$h = \frac{p_c}{\gamma} = 186 + \frac{1,033}{0,001} - \frac{775^2}{2 \cdot 981} (1 + 0,06) = 895 \text{ см.}$$

Босим $p_c = \gamma h = 0,001 \cdot 895 = 0,895$ кг/см².

Сикилган кесимда вакуум

$$\text{Вак} = p_{ат} - p_c = 1,033 - 0,895 = 0,138 \text{ кг/см}^2.$$

Сув устуни сантиметрларда берилган вакуум баландлиги

$$h_{\text{оак}} = \frac{p_{ат} - p_c}{\gamma} = \frac{0,138}{0,001} = 138 \text{ см.}$$

$h_{\text{оак}} = 0,74 H_0$ ифодани қабул қилганда ҳам шу натижага эга бўламиз.

3.9-машқ.

Ҳамма ҳолатлар учун чиқиш кесими маркази остида напор бир хил $H = 2,0$ м бўлиши шарти билан 3.2-расмда кўрсатилган найча ва айлана киркимдан оқиш тезлиги ва сув ўтказиш қобилиятини солиштиринг. Сарфловчидан ташқари, ҳамма найчаларда чиқиш кесими d диаметри 5 см га тенг деб қабул қилинсин. Найчалар узунлиги $l = 20$ см.

Ҳисоблаш: Сарфловчи найча бошланғич кесими $d = 5$ см ва тарқатиш бурчаги $\theta = 7^\circ$ бўлганда, чиқишдаги кесим диаметри:

$$d_q = d + 2l \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} = 5 + 2 \cdot 20 \operatorname{tg} 3,5^\circ = 7,4 \text{ см.}$$

Чиқишдаги кесим юзаси $\omega_q = 43$ см.

$\theta = 13^\circ$ кириш учлиги конуссимон бурчак бўлганда кириш диаметри:

$$d_1 = d + 2l \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} = 5 + 2 \cdot 20 \operatorname{tg} 6,5^\circ = 9,5 \text{ см.}$$

Келиш тезлиги $v_0 = 0$ ва ташқи босимни атмосфера босимига тенг деб олиб, ечимни бажарамиз. Сарфлар ва тезликлар ҳисобини жадвалда олиб борамиз.

Айлана кирким тури	Сарф коэф-фициенти, μ	Сарф		Чиқиш кесимидаги тезлик
		Q , л/сек	Айлана киркимдан сарфга % ла	
1. Ўткир киррали найча	0,62	7,60	100	605 (сикилган кесимда)
2. Ташқи цилиндрик найча	0,82	10,08	133	514
3. Ички цилиндрик найча	0,71	8,72	115	444
4. Конуссимон киришдаги найча	0,94	11,55	152	589
5. Конуссимон сарфловчи найча	0,45	12,10	159	281
6. Конуссимон найча	0,97	11,90	157	607

Конуссимон сарфловчи ва конуссимон найча энг кўп сув ўтказиш қобилиятига эга. Энг кўп тезлик конуссимон найча чиқишда, энг кам тезлик эса — конуссимон сарфловчида мавжуд бўлиши мумкин.

3.10-машқ.

Аниқланг:

1) Идишда сув чуқурлиги $h_1 = 87$ см бўлиб, айлана киркимдан чиқаётган сарф $Q = 5$ л/сек бўлганда идиш тубида d айлана кирким диаметрини. Ташқи босим $p_0 = p_{\text{ат}}$.

2) Агар тубдаги айлана киркимга $l = 4d$ узунликдаги вертикал цилиндрик найча ташқаридан уланса, қандай h_2 чуқурликда идишдан худди шундай сув сарфи бўлади.

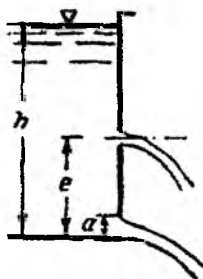
Кўрсатма. Найчадаги оқимда напорни чиқиш кесими маркази устидан ҳисоблаш керак.

Жавоб: 1) $d = 5,0 \text{ см}$; 2) $h_2 = 29,0 \text{ см}$.

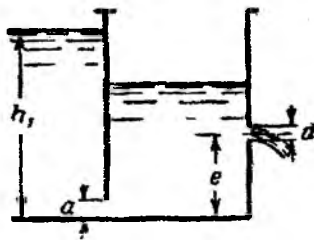
3.11-машқ.

Идиш деворидаги иккита айлана қирқим орқали чиқаётган Q_1 сув сарфи йиғиндисини аниқланг: айлана айлана қирқим $d = 4,0 \text{ см}$ тубдан $e = 100 \text{ см}$ оралиқда ва $a = 8,0 \text{ см}$ томонли квадрат бир томони билан тубга бирлашган (3.11-расм). Идишдаги сув чуқурлиги $h = 200 \text{ см}$. Агар юқоридаги айлана қирқимга цилиндрик найча ўрнатилса, Q_2 сарфлар йиғиндисини қандай бўлади?

Жавоб: $Q_1 = 28,9 \text{ л/сек}$; $Q_2 = 30,0 \text{ л/сек}$.



3.11-расм.



3.12-расм.

3.12-машқ. (ҳисобий шарт 14 вариант учун, 3.2 жадвал).

Идишни икки қисмга бўлиб турувчи девор тубида Q_1 миқдорда сув ўтказувчи a томонли квадрат айлана қирқим жойлашган (3.12-расм). Идишнинг чап қисмидаги сув чуқурлиги h .

Ҳисобий шартларда вариантларда 3.2-жадвалда берилганлар бўйича аниқланг:

- 1) Агар айлана қирқим маркази тубдан e масофада жойлашган бўлса, ўнг қисм ташки деворида айлана шаклидаги айлана қирқим d диаметрини;
- 2) Агар ташки айлана қирқимга цилиндрик найча уланган бўлса, сув сарфини.

Кўрсатма. Иккала ҳолда сув ҳаракати барқарор деб олинади. Идишнинг чап қисмидаги чуқурлик икки ҳол учун h_1 га тенг. Ўнг қисмидаги чуқурлик сув оқими характериға боғлиқ (найчали ёки найчасиз).

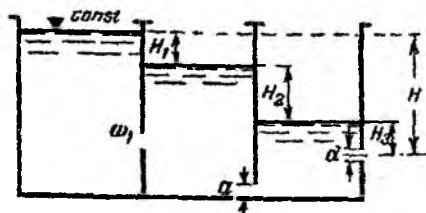
Белгиланиши	Вариантлар						
	1	2	3	4	5	6	7
$a, \text{см}$	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,2	4,3
$Q_1, \text{л/сек}$	1,2	2,0	2,5	2,6	2,8	3,0	3,1
$h_1, \text{см}$	180	190	170	180	160	150	140
$e, \text{см}$	59	29	49	60	22	24	25
Жавоблар							
$d, \text{см}$	4,2	4,0	4,8	3,9	3,6	3,8	4,0
$Q_2, \text{л/сек}$	1,22	2,10	2,62	2,97	3,38	3,61	3,70

3.2-жадвалнинг давоми

Белгиланиши	Вариантлар						
	8	9	10	11	12	13	14
$a, \text{см}$	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0
$Q_1, \text{л/сек}$	3,2	3,5	3,8	4,0	4,5	5,0	5,0
$h_1, \text{см}$	130	140	150	150	160	140	125
$e, \text{см}$	27	32	28	25	43	35	42
Жавоблар							
$d, \text{см}$	4,2	4,4	4,4	4,5	5,0	5,7	7,3
$Q_2, \text{л/сек}$	3,79	4,11	4,48	4,75	5,23	5,63	5,86

3.13-машқ.

Идиш учта айлана қирқимлари бор тўсиқли бўлимларга бўлинган (3.13-расм): биринчи тўсиқда юзаси $\omega_1 = 8,5 \text{ см}^2$ тўғри тўртбурчак айлана қирқим, иккинчи тўсиқда бир томони билан тубга бирлашган $a = 4 \text{ см}$ томонли квадрат айлана қирқим. Ташқи деворда айлана қирқим $d = 3,0 \text{ см}$. Чап бўлинмадаги сув сатҳи белгиси ва ташқи айлана қирқим маркази белгиси орасидаги фарқ $H = 3,10 \text{ м}$.



3.13-расм.

Икки ҳисобий ҳолда барқарор ҳаракат бўлганда H_1 , H_2 ва H_3 напорларни ва идишдан сув сарфини аниқланг:

- 1) Ташқи айлана қирқимдан атмосферага сувни оқиб чиқишидаги;
- 2) Агар ташқи айлана қирқимга цилиндрик найча уланган бўлса.

Ҳисоблаш:

- 1) Шартга асосан напорлар йиғиндиси.

$$H_1 + H_2 + H_3 = H \quad (3.10)$$

Бу напорлардан H_1 ҳар бири (3.1) ифода асосида қуйидагича бўлади:

$$H_1 = \frac{Q^2}{\mu_1^2 \omega_1^2 2g} \quad (3.11)$$

H_1 ифодаларини (3.10) тенгламага қуйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{\mu_1^2 \omega_1^2} + \frac{1}{\mu_2^2 \omega_2^2} + \frac{1}{\mu_3^2 \omega_3^2} \right) = H \quad (3.12)$$

Тўғри тўртбурчак ва айлана айлана қирқимлар тўлиқ тугалланган сиқилиш шароитида топилган деб ҳисоблаймиз, шунинг учун $\mu_1 = \mu_3 = 0,62$ деб ҳисоблаймиз. Тубда жойлашган квадрат айлана қирқим учун сарф коэффициентини (3.3) ифода бўйича аниқлаймиз:

$$\mu_{\text{туб}} = 0,62 \left(1 + 0,15 \frac{4}{16} \right) = 0,64.$$

μ_i , ω_i , H га сонли қийматларини қуйиб, (3.12) дан сарфни аниқтаймиз.

$$Q = \frac{\sqrt{2gH}}{\sqrt{\frac{1}{\mu_1^2 \omega_1^2} + \frac{1}{\mu_2^2 \omega_2^2} + \frac{1}{\mu_3^2 \omega_3^2}}} = \frac{\sqrt{2 \cdot 981 \cdot 310}}{\sqrt{\frac{1}{0,62^2 \cdot 8,5^2} + \frac{1}{0,64^2 \cdot 16^2} + \frac{1}{0,62^2 \cdot 7,06^2}}} = 2495 \text{ см}^3/\text{сек}$$

Топилган сарфдан (3.11) ифода бўйича напорларни ҳисоблаймиз:

$$H_1 = \frac{2495^2}{0,62^2 \cdot 8,5^2 \cdot 2 \cdot 981} = 114 \text{ см};$$

$$H_2 = \frac{2495^2}{0,64^2 \cdot 16^2 \cdot 2 \cdot 981} = 30 \text{ см};$$

$$H_3 = \frac{2495^2}{0,62^2 \cdot 7,06^2 \cdot 2 \cdot 981} = 166 \text{ см}.$$

Текшириш қуйидагини беради $H_1 + H_2 + H_3 = 114 + 30 + 166 = 310 \text{ см}$

2) Агар чиқиш тешигига найча уласак, бунда бир канча вақт мобайнида бўлмада нобарқарор ҳаракат бўлади. Найча орқали кўпроқ сарф боради (айлана қирқим орқали борадиган сарф билан солиштирганда), H_3 напор

эса пасаяди, чунки кўпрок сарф ўтказиш учун H_2 ва H_1 напорлар кўпайиши керак.

Харакат барқарор тус олгандан кейин, (3.12) ифода қўлланилса бўлади, бундан $\mu_3 = 0,82$ деб қабул қилиб, сарфни аниқлаймиз

$$Q = 2840 \text{ см}^3/\text{сек} = 2,84 \text{ л/сек}$$

ва (3.11) ифода бўйича напорлар

$$H_1 = 148 \text{ см}, H_2 = 39 \text{ см}, H_3 = 123 \text{ см},$$

бунда, биринчи ҳол каби,

$$H_1 + H_2 + H_3 = 148 + 39 + 123 = 310 \text{ см}.$$

3.14-машқ.

Икки цилиндрик найча орқали катта идишдаги сарфни ва ундаги вакуум катталигини аниқланг. Битта найча тубдан $e = 20 \text{ см}$ масофада идишнинг ён деворида горизонтал жойлашган (3.14 расм). Найчалар ўлчамлари бир хил; $d = 6 \text{ см}$, $l = 20 \text{ см}$. Идишдаги сувнинг чуқурлиги $h = 100 \text{ см}$.

Ҳисоблаш: 1) Горизонтал найча марказидан напор

$$H_1 = h - e = 100 - 20 = 80 \text{ см}.$$

Бориш тезлигини ҳисобга олмай, $H_1 = H_0$ деб қабул қиламиз, чунки идиш ўлчамлари анча катта.

Горизонтал найчадан сарф

$$Q = \mu_n \omega \sqrt{2gH_0} = 0,82 \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 80} = 916 \text{ см}^3/\text{сек}$$

Горизонтал найча сиқилган кесимида вакуум

$$h_{\text{вак}} = 0,74H_0 = 0,74 \cdot 80 = 59 \text{ см}$$

(вакуум катталиги тўлиқ қисоби 3.8-машқда келтирилган).

2) Идиш тубида жойлашган найча орқали сарф напорга тўғри келади $H_2 = h + l = H_0$. Бориш тезлигини биринчи ҳолдаги каби ҳисобга олмаймиз:

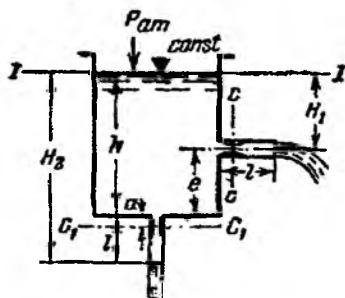
$$Q = \mu_n \omega \sqrt{2gH_0} = 0,82 \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} \sqrt{2 \cdot 981(100 + 20)} = 1124 \text{ см}^3/\text{сек}.$$

Икки найча орқали идишдан сарф қуйидагича бўлади:

$$Q = 916 + 1124 = 2040 \text{ см}^3/\text{сек}.$$

$C_1 - C_1$ кесимда вакуумни аниқлаш учун $C_1 - C_1$ сатҳда такқослаш текислиги олиб, 1-1 кесим учун Бернулли ифодасини тузамиз:

$$h + a + \frac{p_{\text{атм}}}{\gamma} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = 0 + \frac{p_c}{\gamma} + \frac{\alpha v_c^2}{2g} + \sum h_{\text{тр}}.$$



3.14-расм.

Бундан, юпқа девор қаршилигига йўқотишни қабул қилиб, вакуум баландлиги қийматини ҳосил қиламиз

$$h_{\text{вак}} = \frac{p_{\text{ат}} - p_c}{\gamma} = \frac{\alpha v_c^2}{2g} + \zeta_{\text{ю.д.}} \frac{v_c^2}{2g} - \left(h + a + \frac{\alpha v_1^2}{2g} \right)$$

ёки

$$h_{\text{вак}} = \frac{v_c^2}{2g} (\alpha + \zeta_{\text{ю.д.}}) - \left(h + a + \frac{\alpha v_1^2}{2g} \right).$$

$$v_c^2 = \frac{v^2}{\varepsilon^2} \quad \text{ва} \quad v = \varphi \sqrt{2g \left(h + l + \frac{\alpha v_1^2}{2g} \right)} \quad \text{деб қабул қилиб, қуйдагини}$$

ҳосил қиламиз:

$$h_{\text{вак}} = \frac{\varphi^2}{\varepsilon^2} \left(h + l + \frac{\alpha v_1^2}{2g} \right) (\alpha + \zeta_{\text{ю.д.}}) - \left(h + a + \frac{\alpha v_1^2}{2g} \right).$$

Сонли қийматларини қўйиб,

$$\varphi = 0,82, \varepsilon = 0,64, \zeta_{\text{ю.д.}} = 0,06, \alpha = 1, v_1 \approx 0$$

ва $a \approx d/2$ деб қабул қилиб, қуйдагини ҳосил қиламиз:

$$h_{\text{вак}} = 1,74(h + l) - \left(h + \frac{d}{2} \right)$$

ёки

$$h_{\text{вак}} = 0,74H_2 + l - \frac{d}{2}.$$

Машқ. шартн учун вертикал найчада вакуум катталлиги қуйдагича:

$$h_{\text{вак}} = 0,74 \cdot 120 + 20 - 3 = 106 \text{ см.}$$

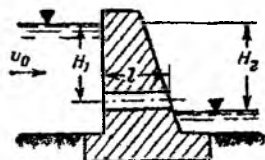
3.15-машқ.

Темир бетон тўғон танасида $l = 5,0 \text{ м}$ узунликдаги қувур кўринишдаги сув туширгич лойihalаштириляпти (3.15-расм). Эркин оқимдаги сув туширгич тепасидаги напор $H_1 = 6,0 \text{ м}$. Тўғоннинг юкори ва пастки бьефларидаги сув сатхлари белгилари фарки $H_2 = 15,0 \text{ м}$. Тўғонга сув бориш тезлиги $v_0 = 0,40 \text{ л/сек}$. Агар сарф $Q = 12,0 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда, сув туширгич диаметри d ни аниқланг.

Бундан ташқари:

а) Агар пастки бьеф сатхи 10 м га кўтарилса, сув туширгич оркали Q_1 сарф қандай бўлади?

б) Сув туширгич энг кўп сарф ўтказиши учун (эркин оқимда), юкори бьеф сатхига нисбатан қандай H_1 чуқурликда сув туширгични ўрнатиш керак?



3.15-расм.

Хисоблаш: $v = 0,4 \text{ м/сек}$ бўлгандаги тезлик напори

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{0,4^2}{2 \cdot 9,81} = 0,008 \text{ м, шунинг учун напорни } H_0 \approx H_1 \text{ деб оламиз.}$$

$\mu = 0,82$ сарф коэффициенти билан сув туширгич найча каби ишлайди деб ҳисоблаб, (3.1) ифодадан сув туширгич юзасини аниқлаймиз

$$\omega = \frac{Q}{\mu \sqrt{2gH_0}} = \frac{12}{0,82 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 6,5}} = 1,3 \text{ м}^2.$$

$\omega = 1,3 \text{ м}^2$ бўлганда диаметр $d = 1,29 \text{ м}$ бўлади.

Сув туширгич диаметри ва унинг узунлиги ўртасидаги нисбат найча ҳолатига тўғри келади: $4d = 4 \cdot 1,29 = 5,16 \sim l_{\text{сув туширгич}}$. Шунингдек, $\mu = 0,82$ коэффициент тўғри қабул қилинган.

а) пастки бьеф сатҳи 10 м га кўтарилганда сув туширгич $H = 15 - 10 = 5,0 \text{ м}$ напор остидаги қўмилган найча каби ишлайди.

Бу ҳолда сарф

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH} = 0,82 \cdot 1,30 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 5,0} = 10,5 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

б) Энг кўп напор таъминланганда, ҳисобий $d = 1,29 \text{ м}$ диаметрдаги сув туширгич энг кўп сарф ўтказади. Берилган схемада энг кўп напор $H_{\text{макс}} = 15 \text{ м}$, яъни сув туширгич ўқи пастки бьеф сатҳига қўйилиши керак. Лекин $H = 15 \text{ м}$ напор бўлганда найчадаги вакуум $h_{\text{вак}} = 0,74H = 0,74 \cdot 15 = 11,1 \text{ м}$ баландликка эга бўлади (3.8-машққа қаранг), яъни бир атмосфера ташкил қилгандан кўпроқ. Сув туширгичнинг турғун ишлаши таъминланиши мумкин бўлгандаги амалий рухсат этилган вакуум $H_{\text{вак}} = 9,0 \div 9,5 \text{ м}$ қабул қилинади. Бундан сув туширгич олдидаги чегаравий напор қуйидагича бўлиши керак

$$H_1 = \frac{H_{\text{вак}}}{0,74} = 12 \div 13 \text{ м}.$$

Бундан сув туширгич орқали сарф

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH} = 0,82 \cdot 1,3 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 13} = 17,0 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

ЎЗГАРУВЧАН НАПОР ОСТИДАГИ ОҚИМНИНГ АЙЛАНА ҚИРҚИМДАН ЧИҚИШИ

3.16-машқ.

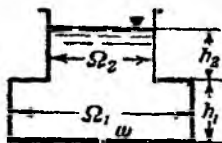
Юзаси $\Omega = 2,40 \text{ м}^2$ бўлган цилиндрик идиш тубида $d = 6,0 \text{ см}$ айлана шаклидаги айлана қирқим жойлашган. Агар айлана қирқимни очиш вақтида тўлиш чуқурлиги $h = 2,0 \text{ м}$ бўлганда қандай t вақт ичида идишдан айлана қирқим орқали сув ҳажмининг ярми оқиб чиқади. Идишга сув келмаяпти.

Жавоб: $t = 4 \text{ мин } 14 \text{ сек}.$

3.17-машқ.

Ўлчамлари $\Omega_1 = 5,0 \text{ м}^2$, $\Omega_2 = 2,0 \text{ м}^2$, $h_1 = 2,0 \text{ м}$, $h_2 = 3,2 \text{ м}$, $\omega = 50 \text{ см}^2$ бўлган 3.16-расмда кўрсатилган идишнинг бўшаш t вақтини аниқланг.

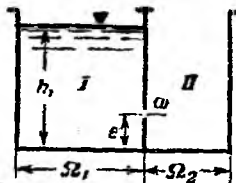
Жавоб: $t = 21 \text{ мин } 19 \text{ сек.}$



3.16-расм.

3.18-машқ.

Сув — кўндаланг кесим юзаси $\Omega_1 = 5,0 \text{ м}^2$ бўлган идишнинг деворидаги тешиги орқали юзаси $\Omega_2 = 3,5 \text{ м}^2$ га эга бўлган идишга келиб тушяпти. Юзаси $\omega = 80 \text{ см}^2$ бўлган айлана қирқим тубдан $e = 1,2 \text{ м}$ баландликда жойлашган (3.17-расм). Агар айлана қирқимни очиш вақтида биринчи идишдаги чуқурлик $h_1 = 3,8 \text{ м}$, иккинчиси бўш бўлганда, горизонтлар тенглашгандан кейин h чуқурликни ва унинг учун керак бўлган t вақтни аниқланг.



3.17-расм.

Идишларга оқим келмаяпти.

Жавоб: $h = 2,24 \text{ м}$; $t = 6 \text{ мин } 17 \text{ сек.}$

3.19-машқ.

Олдинги машқ шартларида $7,50 \text{ м}^3$ миқдордаги сув айлана қирқим очилгандан сўнг қанча t вақтдан кейин (3.17-расм) биринчи идишдан иккинчисига оқиб ўтади.

Ҳисоблаш: t вақт икки даврдан иборат:

а) иккинчи идиш айлана қирқим марказигача тўлиш вақтидаги ўзгарувчан напор остидаги атмосферага чиқаётган сарф;

б) ўзгарувчан сатҳ остига чиқаётган ўзгарувчан напор остидаги оқим.

Иккинчи идиш тубидан айлана қирқим маркази белгисигача бўлган ҳажм

$$W_1 = \Omega_2 e = 3,5 \cdot 1,2 = 4,2 \text{ м}^3.$$

Иккинчи идишга $W_1 = 4,2 \text{ м}^3$ ҳажмдаги сув миқдорининг оқишида, биринчи идишдаги сув сатҳи куйидагига пасаяди:

$$\Delta H_1 = \frac{W_1}{\Omega_1} = \frac{4,2}{5,0} = 0,84 \text{ м.}$$

$H_1 = h_1 - e = 3,8 - 1,2 = 2,6 \text{ м}$ дан $H_2 = h_1 - e - \Delta H_1 = 3,8 - 1,2 - 0,84 = 1,76 \text{ м}$ гача напор пасайишининг t вақти (3.6) ифода бўйича куйидагича бўлади:

$$t_1 = \frac{2\Omega_1}{\mu\omega\sqrt{2g}}(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}) = \frac{2 \cdot 5}{0,62 \cdot 0,008 \sqrt{2 \cdot 9,81}}(\sqrt{2,6} - \sqrt{1,76}) = 129 \text{ сек.}$$

Шарт бўйича иккинчи идишга яна қуйидаги микдорда сув келиши керак:

$$W_2 = 7,5 - 4,2 = 3,3 \text{ м}^3.$$

$W_2 = 3,3 \text{ м}^3$ сув оқишида биринчи идишдаги сатҳ қуйидагича пасаяди:

$$\Delta H_2 = \frac{3,3}{5,0} = 0,66 \text{ м.}$$

Шу билан бир вақтда иккинчи идишдаги сув сатҳи қуйидагича кўтарилади:

$$\Delta H_3 = \frac{3,3}{3,5} = 0,94 \text{ м.}$$

Напор ўзгариши $H_2 = 1,76 \text{ м}$ дан $H_3 = 1,76 - 0,66 - 0,94 = 0,16 \text{ м}$ гача бўлади. Бу жараён учун t_2 вақт (3.8) ифода бўйича аниқланади:

$$t_2 = \frac{2\Omega_1\Omega_2}{(\Omega_1 + \Omega_2)\mu\omega\sqrt{2g}}(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}) = \frac{2 \cdot 5 \cdot 3,5}{(5 + 3,5)0,62 \cdot 0,008 \sqrt{2 \cdot 9,81}}(\sqrt{1,76} - \sqrt{0,16}) = 174 \text{ сек.}$$

Изланаётган вақтлар йиғиндиси қуйидагича бўлади:

$$t = t_1 + t_2 = 129 + 174 = 303 \text{ сек} = 5 \text{ мин } 03 \text{ сек.}$$

3.20-масқ.

Қўндаланг кесим юзаси $\Omega = 0,95 \text{ м}^2$ бўлган цилиндрик идишдан тубидаги $\omega = 3 \text{ см}^2$ бўлган айлана қирқим орқали сув оқиб чиқапти. Айлана қирқим очилгандан 30 минутдан кейин идишдаги h чуқурлик 25 см га тенг бўлади. Биринчи 10 минутда неча литр сув оқиб чиқди?

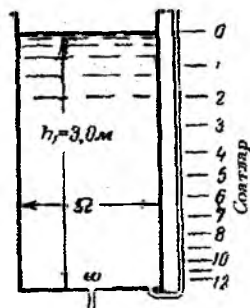
Жавоб: 570 л.

3.21-масқ.

Цилиндрик идиш $\Omega = 2,50 \text{ м}^2$ қўндаланг кесим юзасига эга. Унинг тубида $\omega = 0,6 \text{ см}^2$ ($\mu = 0,60$) айлана қирқим қилинган.

Сув сатҳи белгисини идишга уланган пьезометрда, айлана қирқимдан сув оқаётганда ҳар бир соатда аниқланг.

Идишдаги бошланғич чуқурлик айлана



3.18-расм.

киркимни очиш вақтида $h_1 = 3,0$ м (3.18-расм).

Жавоб: жадвалга қаранг.

3.18-расмдаги пьезометрда вақт шкаласи 1 соат оралиғида берилган.

Вақт t , с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15,1
H напор, м (айлана кир- ким марказидан сув сатҳи белгиси)	3,0	2,61	2,26	1,93	1,62	1,34	1,09	0,86	0,67	0,49	0,34	0,22	0,12	0

3.22-машқ.

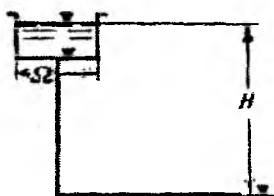
3.19-расмда кўрсатилган, $\Omega = 4,0$ м² цилиндрик идишнинг бўшатилиш t вақтини аниқланг. Бошланғич сув сатҳи белгиси 21,0 м. Идиш туби белгиси 17,5 м. Тармоқловчи қувур чиқиш кесими маркази белгиси 14,5 м. Қувур диаметри $d = 200$ мм. Тармоқнинг сарф коэффициентини $\mu = 0,68$ қабул қилинган.

Жавоб: $t = 1$ мин 9 сек.

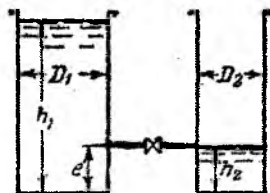
3.23-машқ.

Иккита цилиндрик идиш тубдан $e = 1,3$ м баландликда жойлашган, $d = 150$ мм горизонтал қувур билан бирлаштирилган (3.20-расм). Биринчи идиш сув билан лик тўлдирилган, иккинчисидagi сувнинг чуқурлиги $h_2 = 1,3$ м (қувур сатҳида). Идиш диаметрлари $D_1 = 1,85$ м, $D_2 = 1,20$ м. Агар тўсик очилгандан бир минутдан кейин иккала идишда ҳам бир хил сатҳ ўрнатилса, биринчи идишдаги h_1 бошланғич чуқурликни аниқланг. Тармоқнинг сарф коэффициентини $\mu = 0,56$ қабул қилинсин.

Жавоб: $h_1 = 4,02$ м.



3.19-расм.



3.20-расм.

3.24-машқ.

Идишдаги сув бошланғич ҳажмининг ярмини $t = 10$ мин вақт ичида найча орқали ўтказиши учун, тубдан $e = 1,0$ м масофада идиш деворида жойлашган горизонтал цилиндрик найчанинг диаметри d ни аниқланг. Идиш диаметри $D = 1,6$ м. Идишдаги сув чуқурлиги найча очилгунга қадар $h = 3,18$ м.

Жавоб: $d = 4,1$ см.

3.25-машқ.

Баландлиги $H_1 = 4,0$ м ва юзаси $\Omega = 3,0$ м² цилиндрик идиш сув билан охиригача тўлдирилган, уни $t = 5,0$ мин вақт ичида бўшатиш керак. Бунинг учун зарур бўлган иккита бир хил айлана қирқимлар юзасини аниқланг, бири туб марказида, иккинчиси деворда, идиш баландлиги ярмида жойлашган (3.21-расм).

Ҳисоблаш: Идишнинг юқори қисмининг ярмини бўшатиш дифференциал тенгламадан аниқланади

$$-\Omega dH = \left[\mu\omega\sqrt{2g\left(H + \frac{H_1}{2}\right)} + \mu\omega\sqrt{2gH} \right] dt,$$

бундан

$$dt = -\frac{\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}} \frac{dH}{\sqrt{H + \frac{H_1}{2}} + \sqrt{H}}.$$

Бундан

$$\int_0^t dt = \frac{-2\Omega}{H_1\mu\omega\sqrt{2g}} \left(\int_{\frac{H_1}{2}}^0 \sqrt{H + \frac{H_1}{2}} dH - \int_{\frac{H_1}{2}}^0 \sqrt{H} dH \right).$$

$y = H + \frac{H_1}{2}$ ўзгарувчини қўйиб, H_1 дан $\frac{H_1}{2}$ гача бўлган чегарани

$dH = dy$ деб қабул қилиб, қуйидагимуносабатни ёзамиз:

$$\int_0^t dt = -\frac{2\Omega}{H_1\mu\omega\sqrt{2g}} \left(\int_{\frac{H_1}{2}}^{\frac{H_1}{2}} y^{\frac{1}{2}} dy - \int_{\frac{H_1}{2}}^0 H^{\frac{1}{2}} dH \right).$$

Интеграллаш натижасида

$$t_1 = 0,386 \frac{\Omega\sqrt{H_1}}{\mu\omega\sqrt{2g}}.$$

Идишнинг пастки ярмини бўшатиш (3.7) ифода орқали аниқланади:

$$t_2 = \frac{2\Omega \sqrt{\frac{H_1}{2}}}{\mu\omega\sqrt{2g}}$$

Машк шарты буйича

$$t = t_1 \cdot t_2 = 5 \cdot 60 = 300 \text{ сек.}$$

Сонли кийматларини кўйиб, куйидагини оламиз:

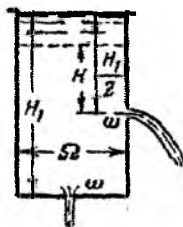
$$0,386 \frac{3\sqrt{4}}{0,62\omega\sqrt{2 \cdot 9,81}} + \frac{2 \cdot 3\sqrt{2}}{0,62\omega\sqrt{2 \cdot 9,81}} = 300,$$

бундан

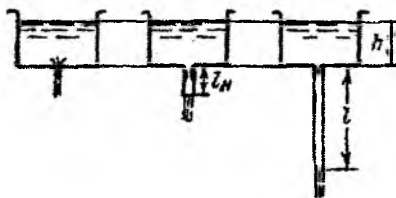
$$\omega = 131 \text{ см}^2.$$

3.26-машқ.

Оқим сикилиб чиқишининг уч хил ҳолати учун сув чуқурлиги $h = 1,80 \text{ м}$, $\Omega = 2,0 \text{ м}^2$ кўндаланг кесим юзасига эга бўлган цилиндрик идишни бушатиш вақти t ни аниқланг.



3.21-расм.



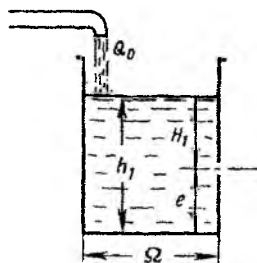
3.22-расм.

- 1) Идиш тубидаги $d = 5 \text{ см}$ айлана шаклидаги айлана қирқим орқали.
- 2) Тубдаги айлана қирқимга уланган $d = 5 \text{ см}$ диаметрили, узунлиги $l_n = 20 \text{ см}$ бўлган вертикал цилиндрик найча орқали.

3) Худди найча каби уланган узунлиги $l = 310 \text{ см}$, диаметри $d = 5 \text{ см}$ бўлган вертикал қувур орқали. Бу ҳолда тармоқ сарф коэффициенти $\mu = 0,7$ қабул қилинсин.

Кўрсатма: Ҳисобда $h \rightarrow 0$ бўлгандаги оқим қонунияти бузилиши ҳисобга олинмасин.

Жавоб: 1) $t = 16 \text{ мин } 38 \text{ сек}$; 2) $t = 9 \text{ мин } 3 \text{ сек}$; 3) $t = 4 \text{ мин } 56 \text{ сек}$.



3.23-расм.

3.27-машқ.

Цилиндрик идиш $\Omega = 1,2 \text{ м}^2$ кўндаланг кесим юзасига эга. Унинг деворида тубидан $e = 30 \text{ см}$ масофада $d = 3 \text{ см}$ айлана шаклидаги айлана қирқим жойлашган (3.23-расм). Идишга доимий $Q_0 = 2,5 \text{ л/сек}$ сув оқиб келмоқда. Агар айлана қирқим очилиш вақтида чуқурлик $h_1 = 1,50 \text{ м}$ бўлганда, айлана қирқим очилганидан 20 минутдан кейин идишдаги h_2 сув чуқурлигини аниқланг.

Ҳисоблаш: Напор $H_1 = h_1 - e = 150 - 30 = 120 \text{ см}$ ва

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} = 7,06 \text{ см}^2 \quad \text{бўлганда} \quad \text{айлана} \quad \text{қирқим} \quad \text{орқали} \quad \text{сарф}$$

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH_1} = 0,62 \cdot 7,06 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 120} = 2120 \text{ см}^3/\text{сек} = 2,12 \text{ л/сек} \text{ бўлади.}$$

Идишдан чиқаётган бошланғич сув сарфи $Q = 2,12 \text{ л/сек}$ идишга оқиб келаётган сарфдан $Q_0 = 2,5 \text{ л/сек}$ миқдорга кам бўлганлиги учун айлана қирқим юқорисидаги напор ошиб боради. Кираётган ва айлана қирқимдан чиқаётган сарф бир хил бўлгандаги H_0 напорни аниқлаймиз. (3.1) ифодадан

$$H_0 = \frac{Q_0^2}{\mu^2 \omega^2 2g} = \frac{2500^2}{0,62^2 \cdot 7,06^2 \cdot 2 \cdot 9,81} = 167 \text{ см.}$$

t вақт ичида Q_0 оқиб келиш мавжуд бўлганда цилиндрик идишдаги H_1 дан H_2 гача напор ўзгариши (3.5) ифодадан аникланади. Қулай бўлиши учун ҳисобланганларни метрли ўлчамларда қўямиз:

$$t = \frac{2\Omega}{\mu \omega \sqrt{2g}} \left(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2} + \sqrt{H_0} \ln \frac{\sqrt{H_0} - \sqrt{H_1}}{\sqrt{H_0} - \sqrt{H_2}} \right) =$$

$$= \frac{2 \cdot 1,2}{0,62 \cdot 0,000706 \sqrt{2 \cdot 9,81}} \left(\sqrt{1,2} - \sqrt{H_2} + \sqrt{1,67} \ln \frac{\sqrt{1,67} - \sqrt{1,2}}{\sqrt{1,67} - \sqrt{H_2}} \right) = 1200 \text{ сек}$$

ёки тенгламани соддалаштириб, ($\ln A = 2,3 \lg A$ деб олиб) қуйидагиларни ҳосил қиламиз:

$$\sqrt{H_2} - 2,97 \lg \frac{0,195}{1,29 - \sqrt{H_2}} = 0,125.$$

Бу тенгламадан танлаб олиш усули билан $H_2 = 1,45 \text{ м}$ ни аниқлаймиз. Шунингдек, айлана қирқим очилиб, $t = 20 \text{ мин}$ дан кейин идишдаги чуқурлик $h_2 = H_2 + e = 1,45 + 0,30 = 1,75 \text{ м}$ бўлади.

3.28-машқ.

Вертикал цилиндрик идиш қуйдаги ўлчамларга эга: баландлиги $h = 2,80$ м ва қўндаланг кесим радиуси $r = 1,0$ м. Идиш тубида айлана қирқим $\omega = 5$ см² қилинган. Идишдаги сув чуқурлиги $H = 1,40$ м. Агар идишга доимий сув оқиб келиши $Q = 1,2$ л/сек бўлса, айлана қирқим очилгандан 15 минутдан кейин идишдаги W сув ҳажмини аниқланг.

Кўрсатма. Машқ танлаб олиш усули билан ечилади.

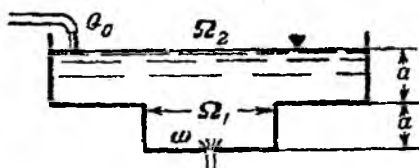
Жавоб: $W = 4,05$ м³.

3.29-машқ.

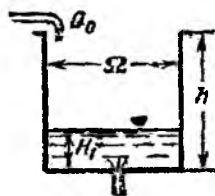
3.24-расмда кўрсатилган идишга доимий сув оқиб келиши $Q = 2,0$ л/сек ни ташкил этади. Идиш тубида $\omega = 15$ см² айлана қирқим қилинган. Идишнинг пастки қисми юзаси $\Omega_1 = 2,0$ м², юқори қисмининг юзаси $\Omega_2 = 4,0$ м². Айлана қирқимни очилиш вақтида айлана қирқим пастдаги сув чуқурлиги $2a = 1,80$ м га тенг бўлган. Айлана қирқим очилгандан кейин қандайдир t вақтдан сўнг унинг тепасидаги сув чуқурлиги $a/2 = 0,45$ м га тенг бўлади.

Кўрсатма. Оқиб вақти алоҳида ҳисобланадиган икки даврдан иборат: t_1 вақт $2a$ дан a гача ва t_2 вақт Ω юзага тўғри келувчи a дан $a/2$ гача напор ўзгариши.

Жавоб: $t = 34$ мин.



3.24-расм.



3.25-расм.

3.30-машқ.

Насос $Q_0 = 6$ л/сек миқдорда идишга сув етказиб беради. Идиш баландлиги $h = 1,4$ м, қўндаланг кесим юзаси $\Omega = 1,25$ м². Тубидан сув атмосферага оқиб чиқадиган $d = 4$ см айлана шаклидаги айлана қирқим мавжуд (3.25-расм).

Агар вақтнинг бошланғич дақиқасида идишдаги сувнинг чуқурлиги $H_1 = 30$ см бўлса, уни охиригача лик тўлдириш учун насос қандай t вақт ичида идишга сув бериши керак.

Жавоб: $t = 8$ мин 24 сек.

3.31-машқ.

Тўсикли айлана қиркимнинг кенглиги $b = 1,5$ м ва баландлиги $a = 1,0$ м. Тўсик бир текисда $v = 2,5$ см/сек тезлик билан кўтарилади (3.26-расм). Айлана қирким тўсик очилгунча $T = 40$ сек вақт ичида оқиб чиқаётган W сув ҳажмини аниқланг. Айлана қирким маркази устидаги напор $H_1 = 3,5$ м. Оқиш эркин. Айлана қиркимнинг сарф коэффициенти $\mu = 0,60 = \text{const}$.

Ҳисоблаш: dt вақт ичида айлана қиркимдан оқиб чиқаётган сув ҳажми

$$dW = Q dt.$$

Айлана қиркимдан сарф

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gh},$$

бунда ω ва h очилиш вақти ва тезлик билан аниқланадиган айлана қирким оғирлик маркази остидаги напор ва унинг ўзгарувчан юзаси:

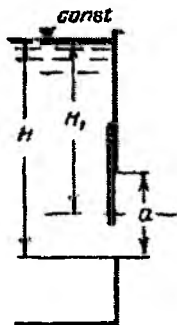
$$\omega = bvt \text{ ва } h = H - \frac{vt}{2}$$

бунда

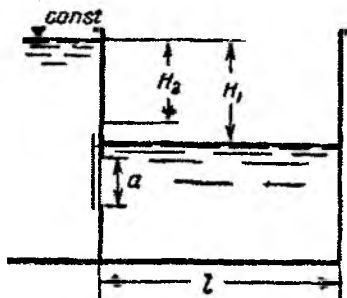
$$dW = \mu b v \sqrt{2g} \sqrt{H - \frac{vt}{2}} dt.$$

Тўсик очилишдаги T вақт ичида оқиб чикувчи сувнинг W тўла ҳажми

$$W = \int_0^T dW = \int_0^T \mu b v \sqrt{2g} \sqrt{H - \frac{vt}{2}} dt.$$



3.26-расм.



3.27-расм.

Интегрални ҳисоблаш учун ўрин алмаштиришни бажаришни киритамиз

$$H - \frac{v}{2} = y$$

бундан

$$t = \frac{2}{v}(H - y),$$

дифференциаллаб, қуйидагини оламиз:

$$dt = -\frac{2}{v} dy.$$

Бундан янги ўзгарувчи y чегараси H дан $H - \frac{a}{2}$ гача ўзгаради.

Ўрнига қўйилганларни ҳисобга олиб, интеграл учун μ , b , v , $\sqrt{2g}$ доимийларни қўйиб, қуйидагиларни ҳосил қиламиз:

$$W = -\mu b v \sqrt{2g} \int_H^{H-\frac{a}{2}} y^{3/2} \frac{2}{v} (H - y) \frac{2}{v} dy.$$

Интегралдан

$$W = \frac{8\mu b v \sqrt{2g}}{v} \left[\frac{1}{5} \left(H - \frac{a}{2} \right)^{5/2} - \frac{H}{3} \left(H - \frac{a}{2} \right)^{3/2} + \frac{2}{15} H^{5/2} \right]. \quad (3.13)$$

Машкни сонли қийматларини (3.13) ифодага қўйиб, $W = 153 \text{ м}^3$ натижани оламиз.

3.32-машқ.

Агар юкори бьеф ва камерадаги (чиқариб ташлаш хонасидаги) сатҳлар фарқи $H_1 = 9,0 \text{ м}$ ни ташкил этса, юкори бьефгача чиқариб ташлаш хонасининг тўлиш t вақтини аниқланг (3.27-расм). Хона узунлиги $l = 40 \text{ м}$, кенглиги $b_x = 12,0 \text{ м}$. Хонани тўлдирадиган айлана қирқим ўлчамлари: кенглиги $b = 1,0 \text{ м}$, баландлиги $a = 0,5 \text{ м}$. Агар тўсиқнинг кўтарилиш тезлиги $v = 1,0 \text{ см/сек}$ бўлса, ҳисобларда айлана қирқим очилиш вақти ичида айлана қирқим орқали сарфни ҳисобга олинг. Айлана қирқимнинг сарф коэффициентини $\mu = 0,60 = \text{const}$ деб қабул қилинсин.

Ҳисоблаш: Хонани тўлдириш вақти икки қисмда амалга оширилади: H_1 дан H_2 гача напор ва айлана қирқим юзаси ўзгариши давомидаги тўсиқнинг очилиш t_1 вақти ва H_2 дан 0 гача ўзгарувчан напор ва доимий айлана қирқим юзаси бўлгандаги t_2 оқиш вақти.

Тўсиқнинг очилиш вақти маълум: $t_1 = a/v$. H_2 напор номаълум, ечимни шуни аниқлашдан бошлаймиз. Хонадаги сув ҳажми dV вақт ичида $-\Omega dH$ га ўзгаради (манфий белги H напор камайишига тўғри келади), шу

билан бир вақтда айлана қирқим орқали қуйидаги макдорда сув оқиб чиқади:

$$Qdt = \mu\omega\sqrt{2gH}dt,$$

бунда $\omega = b\nu$.

Ҳажмларни тенглаштириб,

$$-\Omega dH = \mu b\nu\sqrt{2gH}dt,$$

ва ўзгарувчиларни ажратиб, қуйидагиларни оламиз:

$$tdt = -\frac{\Omega}{\mu b\nu\sqrt{2g}}\frac{dH}{\sqrt{H}},$$

ёки

$$\int_0^{t_1} tdt = -\int_{H_1}^{H_2} \frac{\Omega}{\mu b\nu\sqrt{2g}}\frac{dH}{\sqrt{H}}.$$

Интеграллаб қуйидагиларни ҳосил қиламиз:

$$\frac{t_1^2}{2} = \frac{2\Omega}{\mu b\nu\sqrt{2g}}(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}). \quad (3.14)$$

бундан H_2 напор

$$H_2 = \left(\sqrt{H_1} - \frac{t_1^2 \mu b\nu\sqrt{2g}}{4\Omega} \right)^2.$$

H_2 дан 0 гача напор ўзгаришидаги хонани тўлдириш вақти (3.7) ифода бўйича аниқланади:

$$t_2 = \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}}\sqrt{H_2}.$$

Хонанинг тўлиш вақти:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{a}{\nu} + \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}}\left(\sqrt{H_1} - \frac{t_1^2 \mu b\nu\sqrt{2g}}{4\Omega}\right). \quad (3.15)$$

Машқнинг сонли қийматлари учун

$$t_1 = \frac{a}{\nu} = \frac{50}{1} = 50 \text{ сек};$$

$$t_2 = \frac{2 \cdot 12 \cdot 40}{0,6 \cdot 1 \cdot 0,5 \sqrt{19,62}} \left(\sqrt{9,0} - \frac{50^2 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 0,01 \sqrt{19,62}}{4 \cdot 12 \cdot 40} \right) = 2140 \text{ сек};$$

$$t = 50 + 2140 = 2190 \text{ сек} = 36,5 \text{ мин.}$$

3.33-машқ.

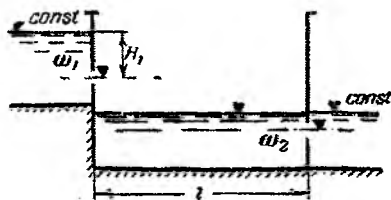
Қуйидаги шартларда юқори бьефдан пастки бьефга пароходни шлюзлашга кетган t вақтлар миқдорини аниқланг (3.28-расм): шлюзлаш хонаси узунлиги $l = 50$ м, кенглиги $b_x = 12$ м. Юқори ва пастки сув

туширувчи айлана қирқимлар ўлчамлари: баландлиги $a = 1,0$ м, кенглиги $b = 1,5$ м ($\omega_1 = \omega_2 = 1,5$ м²).

Тўсиқнинг қўтарилиш тезлиги $v = 1,0$ см/сек.

Баландлик белгилари:

юқори бьеф белгисидан (ЮББ) 41,0 м; пастки бьеф белгиси (ППБ) ва хонадаги сув белгисидан 33,0 м; юқоридаги айлана қирқим марказидан 38,0 м; пастки айлана қирқим (ПТ) белгиси остига қўмилган.



3.28-расм.

Шлюзлаш дарвозасини очишга ва пароходни қайта ҳаракатга келтиришга $t_0 = 10$ мин вақт кетади.

Машқни икки вариантда ечинг: а) айлана қирқимларни очишга кетадиган вақтни ҳисобга олмасдан; б) напорга ва айлана қирқим юзасига боғлиқ сарф ўзгариши мобайнидаги айлана қирқимларни очишга кетадиган вақтни ҳисобга олиб.

Ҳисоблаш:

а) айлана қирқимларни очишга кетадиган вақтни ҳисобга олмай хонани айлана қирқим марказигача тўлдириш $H_1 = (41,0 - 38,0) = 3,0$ м доимий напор бўлганда содир бўлади.

$\mu = 0,7$ деб олиб, айлана қирқим орқали сарфни (3.1) ифода бўйича топамиз:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH_1} = 0,7 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3} = 8,05 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Хонани 38,0 м белгигача тўлдириш вақти

$$t_1 = \frac{W}{Q} = \frac{b l h}{Q} = \frac{12 \cdot 50 (38,0 - 33,0)}{8,05} = 373 \text{ сек}.$$

Хонани 41,0 м белгигача навбатдаги тўлдириш (3.7) ифодадан аникланадиган вақт ичида $H_1 = 3,0$ м дан $H_2 = 0$ гача ўзгарувчан - камаювчи напорда содир бўлади:

$$t_2 = \frac{2\Omega}{\mu \omega \sqrt{2g}} \sqrt{H_1} = \frac{2 \cdot 12 \cdot 50 \sqrt{3}}{0,7 \cdot 1,5 \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 446 \text{ сек}.$$

Хона 41,0 м белгигача тўлганидан кейин (яъни $t_1 + t_2$ вақт ўтиши бўйича), юқори айлана қирқим ёпилади, юқори шлюзловчи дарвозалар очилади, пароход хонага киради ва орқасидан дарвозалар ёпилади. Пастки айлана қирқим очилади ва хонани бўшатиш бошланади: $H_2 = 41,0 - 33,0 = 8,0$ м дан $H_3 = 0$ гача напор ўзгаришидаги оқиш яъни

хонадаги сув белгиси билан пастки бьеф белгисини тенглашуви содир бўлади.

Бу жараёнга кетадиган вақт (3.7) ифода бўйича аниқланади:

$$t_3 = \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}}\sqrt{H_2} = \frac{2 \cdot 12 \cdot 50}{0,7 \cdot 1,5 \sqrt{2 \cdot 9,81}}\sqrt{8} = 732 \text{ сек.}$$

Хонадаги сув горизонти ПБ белгисигача тенглашгандан кейин пастки дарвозалар очилади ва пароход хонадан пастки бьефга чиқади.

Шлюзлашга кетган вақт:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_0 = 373 + 446 + 732 + 600 = 2151 \text{ сек} \approx 36 \text{ мин.}$$

б) айлана қирқимни очилиш вақтини ҳисобга олиб машқни ҳисоблаш. Юқори айлана қирқимни очиш вақти

$$T = \frac{a}{v} = \frac{100}{1} = 100 \text{ сек.}$$

Бу вақт ичида хонага айлана қирқимни пастки қирраси остидаги H орқали белгиланган напор, 3.31-машқда (3.13) ифодадан аниқланган W сув ҳажми келади, яъни

$$H = H_1 + \frac{a}{2} = 3 + \frac{1}{2} = 3,5 \text{ м:}$$

$$W = \frac{8\mu b\sqrt{2g}}{v} \left[\frac{1}{5} \left(H - \frac{a}{2} \right)^{5/2} - \frac{H}{3} \left(H - \frac{a}{2} \right)^{3/2} + \frac{2}{15} H^{5/2} \right].$$

Сонли қийматларини қўйсақ,

$$W = \frac{8 \cdot 0,7 \cdot 1,5 \sqrt{2 \cdot 9,81}}{0,01} \left[\frac{1}{5} \left(3,5 - \frac{1}{2} \right)^{5/2} - \frac{3,5}{3} \left(3,5 - \frac{1}{2} \right)^{3/2} + \frac{2}{15} \cdot 3,5^{5/2} \right] = 446 \text{ м}^3.$$

Айлана қирқимни очиш вақтидаги хонадаги сув сатҳининг кўтарилиши:

$$\Delta H = \frac{W}{bl} = \frac{446}{12 \cdot 50} = 0,74 \text{ м.}$$

Айлана қирқим маркази белгисигача хонани тўлмай қолган ҳажми

$$W' = (5 - 0,74)12 \cdot 50 = 2550 \text{ м}^3$$

вақт ичида $Q_{const} = 8,05 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда бўлади

$$t'_1 = \frac{W'}{Q} = \frac{2550}{8,05} = 317 \text{ сек.}$$

Хонадаги белгини юқори бьеф белгисигача кўтарилиш t_1 вақти $t_2 = 446 \text{ сек}$ ўзгаришсиз қолади. Пастки айлана қирқим очилиш давридаги ўзгарувчан сув сарфи ҳисобга олингандаги хонани бўшатиш вақти напор қиймати $H = 8,0 \text{ м}$ бўлганда 3.32-машқда олингандаги (3.15) ифода бўйича аниқланади:

$$t_3 = \frac{a}{v} + \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}} \left(\sqrt{H_1} - \frac{t_1^2 \mu b v \sqrt{2g}}{4\Omega} \right) =$$

$$= \frac{100}{1} + \frac{2 \cdot 50 \cdot 12}{0,7 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} \left(\sqrt{9} - \frac{100^2 \cdot 0,7 \cdot 1,5 \cdot 0,01 \sqrt{2 \cdot 9,81}}{4 \cdot 12 \cdot 50} \right) = 782 \text{ сек.}$$

Айлана қирқимларни очиш давридаги ўзгарувчан сарф ҳисоби билан шлюзлаш тўлиқ вақти

$t = 100 + 317 + 446 + 782 + 600 = 2245 \text{ сек} = 37 \text{ мин } 25 \text{ сек},$
айлана қирқимларни очиш даврини олмай ҳисобланганидан 4% га вақт кўп.

3.34-машқ.

Юкори бьефдан пастки бьефга пароходни шлюзлаш вақти юкоридаги машқ шартлари каби бўлганда $t = 25 \text{ мин}$ гача қисқарганда, сув ўтказувчи айлана қирқимлар ω_1 ва ω_2 юзаларини аниқланг. Айлана қирқимларни очиш даври ҳисобга олинмасин.

Жавоб: $\omega_1 = \omega_2 = 2,6 \text{ м}^2$.

3.35-машқ.

Айлана қирқимни очиш вақтида ундан оқаятган сув ҳажми сув тўлдирилган хона ҳажмининг 5% ини ташкил этгандаги тўсиқни бир текисда кўтарилиш v тезлигини аниқланг (3.27-расм). Хона ўлчамлари: $l_x = 80 \text{ м}$, $b_x = 18,0 \text{ м}$, айлана қирқим ўлчамлари $a = 0,8 \text{ м}$, $b = 3,0 \text{ м}$, $\mu = 0,70$. Напор $H = 8,0 \text{ м}$.

Ҳисоблаш:

Хонани тўлдиришдаги сув ҳажми H напорга тўғри пропорционал, шунингдек, айлана қирқимни очиш T вақт ичида напор $0,05H_1 = 0,05 \cdot 8 = 0,04 \text{ м}$ га ўзгариши керак, яъни $H_2 = 7,60 \text{ м}$.

dt вақт ичида айлана қирқим орқали оқиб келиш хонадаги (камерадаги) ҳажм ўзгаришига тенг

$$\mu b v t = \sqrt{2gH} dt = -\Omega dH.$$

$t_1 = 0$ дан $t_2 = a/v$ гача ва $H_1 = 8,0 \text{ м}$ дан $H_2 = 7,6 \text{ м}$ гача чегарада бу тенгламани интеграллаб, қуйидагини оламиз:

$$v = \frac{a^2 \mu b \sqrt{2g}}{4\Omega(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})}.$$

Сонли қийматлар учун $v = 1,5 \text{ см/сек}$ натижани ҳосил қиламиз.

3.36-машқ.

Айлана қирқимни тўла очилиши t_1 даврида юкори бьеф белгисигача хонани тўлдириш вақти 10% ни ташкил қилганда, шлюзлаш хонасида айлана қирқимни очувчи тўсиқни бир текисда кўтарилиш v тезлигини

аникланг (3.27-рasm). Хона (камера) ўлчамлари: $l_x = 30$ м, $b_x = 12,0$ м, напор $H_1 = 5,0$ м. Айлана қирқим ўлчамлари: баландлиги $a = 0,75$ м, кенглиги $b = 1,5$ м, $\mu = 0,60$.

Ҳисоблаш:

dt вақт ичида айлана қирқим орқали оқиб келиш хонадаги сув ҳажмининг ўзгаришига тенг

$$\mu b v t \sqrt{2gH} dt = -\Omega dH.$$

Ўзгарувчиларни ажратиб ва H_1 дан H_2 гача напор ўзгариши ҳамда 0 дан t_1 гача айлана қирқим очилиш вақти чегарасида интеграллаб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\int_0^{t_1} t dt = - \int_{H_1}^{H_2} \frac{\Omega}{\mu b v \sqrt{2g} H} dH;$$

$$\frac{t^2}{2} = \frac{2\Omega}{\mu b v \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}).$$

бундан $t_1 = \frac{a}{2}$ деб олиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$H_2 = \left(\sqrt{H_1} - \frac{a^2 \mu b \sqrt{2g}}{4\Omega v} \right)^2.$$

Хонани юқори бьеф белгисигача тўлиш вақти (3.7) ифодадан аниқланади:

$$t_2 = \frac{2\Omega}{\mu b a \sqrt{2g}} \sqrt{H_2}.$$

H_2 қийматини қўйиб қуйидагини ёзамиз:

$$t_2 = \frac{2\Omega}{\mu b a \sqrt{2g}} \left(\sqrt{H_1} - \frac{a^2 \mu b \sqrt{2g}}{4\Omega v} \right).$$

$t_1 = 0,1(t_1 + t_2)$ ёки $\frac{a}{v} = 0,1 \left(\frac{a}{v} + t_2 \right)$ ёки $\frac{a}{v} = \frac{t_2}{9}$ кўринишдаги шартга

эга бўлиб, кавсларни очиб ва қискартириб қайта ёзамиз:

$$t_2 = \frac{36\Omega \sqrt{H_1}}{19\mu b a \sqrt{2g}}.$$

Сонли қийматларини қўйсак:

$$t_2 = 509 \text{ сек.}$$

Шунингдек $t_1 = \frac{t_2}{9} = \frac{509}{9} = 56,6 \text{ сек}$ изланаётган тўсикнинг кўтарилиш тезлиги

$$v = \frac{a}{t_1} = \frac{75}{56,6} = 1,33 \text{ см/сек.}$$

3.37-машқ.

Бир хонали шлюз қуйидаги ўлчамларга эга: кенглиги $b = 12 \text{ см}$, узунлиги $l = 60 \text{ см}$ (3.28-расм). Белгилар: юқори бьеф сатҳи 22,0 м, пастки бьеф ва хонадаги сув сатҳи 13,0 м, юқори айлана қирқим маркази 16,0 м, пастки айлана қирқимники 10,0 м. Айлана қирқимлар юзаси $\omega_1 = \omega_2 = 4,0 \text{ м}^2$.

Пастки бьефдан юқорига пароходни шлюзлаш t вақтини аниқланг. Дарвозаларни очиш ва пароходни ҳаракатлантиришга 8 минут сарфланади. айлана қирқимдан оқишдаги μ сарф коэффиценти 0,65 тенг деб қабул қилинсин. Айлана қирқимларни очишга кетган вақт ҳисобга олинмасин.

Жавоб: $t = 14 \text{ мин } 23 \text{ сек.}$

3.38-машқ.

Икки хонали шлюз (3.29-расм) қуйидаги хона ўлчамларига эга: $b = 10,0 \text{ см}$, узунлиги $l = 55 \text{ см}$. Белгилари:

- юқори бьеф сатҳи 20,0 м;
- юқори айлана қирқим маркази 18,0 м;
- юқори хонадаги сув сатҳи 15,0 м;
- ўрта айлана қирқим маркази 11,5 м;
- пастки хона ва пастки бьеф сув сатҳи 9,2 м;
- пастки айлана қирқим маркази 7,5 м.

Юқори бьефдан пастки бьефга пароходни шлюзлаш T вақти 25 минутга тенг. Бундан пароходни қайта ҳаракатга келтириш ва дарвозаларни очишга $t_0 = 10 \text{ мин}$ кетади, шу шарт билан сув ўтказувчи айлана қирқимлар ω юзасини аниқланг. Сарф коэффиценти $\mu = 0,70$ қабул қилинсин. Айлана қирқимларни очишга кетган вақт ҳисобга олинмасин.

Ҳисоблаш:

Берилган вақтда напор ўзгариш қонуниятига акс этган тенгламалардан аниқланган шлюзлаш вақти беш даврдан иборат бўлади.

1) Юқори хонани 18,0 белгигача тўлдириш $H_1 = 20,0 - 18,0 = 2,0 \text{ м}$ доимий напор бўлганда содир бўлади, бунда айлана қирқим оркали сарф (3.1) ифода бўйича

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH_1} = 0,7 \omega \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2} = 4,36 \omega.$$

15,0 м белгидан 18,0 м белгигача юқори хона ҳажми

$$W = 10 \cdot 55 \cdot 3 = 1650 \text{ м}^3.$$

Бу ҳажмни тўлиш вақти

$$t = \frac{W}{Q} = \frac{1650}{4,36\omega} = \frac{378}{\omega} \text{ сек.}$$

- 2) Юқори хонани 18,0 м белгидан юқори бьеф сатҳигача (20,0 м белги) тўлдириш $H_1 = 2,0$ м дан $H_2 = 0$ гача ўзгарувчан напор бўлганда содир бўлади.

(3.7) ифода бўйича тўлиш вақти

$$t_2 = \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}}\sqrt{H_1} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 55}{0,7\omega\sqrt{2 \cdot 9,81}}\sqrt{2} = \frac{500}{\omega} \text{ сек.}$$

Хоналарда сув сатҳларининг тенглашиш вақти икки қисм $t_3 + t_4$ дан иборат бўлади.

- 3) Биринчи хонадаги сатҳ t_3 вақт ичида шунчалик пасаядики, бунда иккинчи хонадаги сатҳ ўрта айлана қирқим марказигача кўтарилади, яъни $11,5 - 9,20 = 2,3$ м.

Бунда айлана қирқим маркази устидаги напор $H_2 = 20 - 11,5 = 8,5$ м дан $H_3 = 8,5 - 2,3 = 6,2$ м гача ўзгаради (чунки, хоналар ўлчамлари бир хил).

t_3 вақт (3.6) ифода бўйича аниқланади:

$$t_3 = \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}}(\sqrt{H_2} - \sqrt{H_3}) = \frac{2 \cdot 10 \cdot 55}{0,7\omega\sqrt{2 \cdot 9,81}}(\sqrt{8,5} - \sqrt{6,2}) = \frac{151}{\omega} \text{ сек.}$$

- 4) Хонадаги сув сатҳларини тенглаштириш t_4 вақти. Бу давр бошида айлана қирқим маркази устидаги напор $H_3 = 6,2$ м, охирида $H_4 = 0$.

Тенглашган сув сатҳи $11,5 + \frac{6,2}{2} = 14,6$ м белгида жойлашади

(хоналар тенглиги кўринишида).

t_4 вақт (3.9) ифодадан аниқланади:

$$t_4 = \frac{\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}}(\sqrt{H_3} - \sqrt{H_4}) = \frac{10 \cdot 55}{0,7\omega\sqrt{2 \cdot 9,81}}\sqrt{6,2} = \frac{431}{\omega} \text{ сек.}$$

- 5) 14,6 м белгидан 9,2 м пастки бьеф белгисигача иккинчи хонада сув сатҳининг пасайиши t_5 вақти (3.7) ифодадан аниқланади. Бунда напор $H_5 = 14,6 - 9,2 = 5,4$ м дан $H = 0$ гача камаяди:

$$t_5 = \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}}\sqrt{H_5} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 55}{0,7\omega\sqrt{2 \cdot 9,81}}\sqrt{5,4} = \frac{824}{\omega} \text{ сек.}$$

Шарт бўйича шлюзлаш тўлиқ вақти $T = 25 \text{ мин} = 1500 \text{ сек}$, шунингдек,

$$T = t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 600 + \frac{1}{\omega} (378 + 500 + 151 + 431 + 824) = 1500 \text{ сек.}$$

Бундан айлана қирқимлар юзасини топамиз: $\omega = 2,54 \text{ м}^2$.

3.39-машқ.

Агар хоналар узунлиги $l = 110 \text{ м}$, кенглиги $b = 15 \text{ м}$ бўлганда, икки хонали шлюз орқали юқори бьефдан пастга пароходни шлюзлаш T вақтини аниқланг (3.30-расм). Сув сатҳлари белгиси: юқори бьефда $30,3 \text{ м}$, биринчи хонада $22,0 \text{ м}$, иккинчи хонада $17,0 \text{ м}$ ва пастки бьефда $14,0 \text{ м}$. Хоналар ўзаро ва бьефлар билан сарф коэффициентлари $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = 0,65$ деб қабул қилинган, $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = 3,0 \text{ м}^2$ кўндаланг кесим юзали тубдаги айвонлар билан бирлашади. Пароходни қайта ҳаракатлантириш ва дарвозаларни очишга кетган вақт $t_0 = 10 \text{ мин}$. Айлана қирқимларни очишга кетган вақт ҳисобга олинмасин.

Жавоб: $T = 59 \text{ мин}$.

3.40-машқ.

Олдинги машқда берилган бошланғич шартлари учун пастки бьефдан юқорига пароходни шлюзлаш T вақтини аниқланг (3.30-расм).

Жавоб: $T = 52 \text{ мин}$.

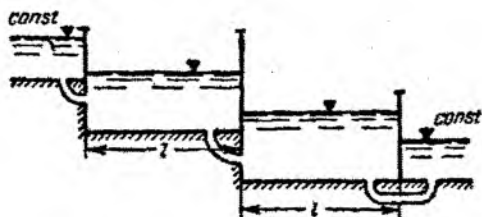
3.41-машқ.

Сув билан тўлдирилган диаметри $d = 2,4 \text{ м}$ ва баландлиги $l = 6,0 \text{ м}$ ўлчамли цилиндрик идишни бўшатиш t вақтини икки ҳолда аниқланг (3.31-расм).

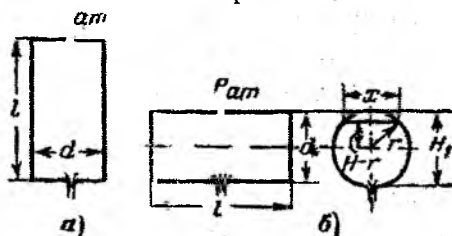
а) Идиш тик (вертикал) қўйилган. Айлана қирқим $\omega = 1,76 \text{ дц}^2$ тубда жойлашган.

б) Идиш горизонтал ётибди. Айлана қирқим $\omega = 1,76 \text{ дц}^2$ ён сиртида пастда жойлашган.

Икки ҳолда ҳам оқишда идишга ҳаво кириши таъминланган.



3.30-расм.



3.31-расм.

Ҳисоблаш: «а» ҳолда идишнинг куйидаги доимий кўндаланг кесим юзаси Ω бўлганда, $H_1 = l$ дан $H_2 = 0$ гача ўзгарувчан напорда айлана қирқимдан оқиш бўлади:

$$\Omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 2,4^2}{4} = 4,52 \text{ м}^2.$$

Бўшатиш вақтини (3.7) ифода бўйича $\mu = 0,62$ қабул қилиб аниқлаймиз

$$t = \frac{2\Omega\sqrt{H}}{\mu\omega\sqrt{2g}} = \frac{2 \cdot 4,52\sqrt{6}}{0,62 \cdot 0,0176\sqrt{2 \cdot 9,81}} = 458 \text{ сек.}$$

«б» ҳолда бўшатиш вақтини аниқлаш учун (3.7) ифода тўғри келмайди, чунки Ω юза H напор катталигига боғлиқ равишда ўзгарувчан.

dt вақт ичида айлана қирқимдан куйидаги миқдорда сув оқади

$$dQ = \mu\omega\sqrt{2gH} dt.$$

Худди шу вақт ичида идишда сув ҳажми $-\Omega dH$ га камаяди. Бунда тенгликдан

$$\begin{aligned} -\Omega dH &= \mu\omega\sqrt{2gH} dt \\ dt &= \frac{1}{\mu\omega\sqrt{2g}} \frac{\Omega dH}{\sqrt{H}} \end{aligned} \quad (3.16)$$

ҳосил қиламиз.

Ω ўзгарувчан юзани H напор функцияси каби ифодалаймиз. Бўшатишдаги $\Omega = lx$ юза аввал $\Omega = 0$ дан $\Omega = ld$ гача катталашади, кейин $\Omega = ld$ дан $\Omega = 0$ гача камаяди.

3.31-расмда кўрсатилгани каби

$$x = 2\sqrt{r^2 - (H - r)^2} = 2\sqrt{H(2r - H)},$$

бунда

$$\Omega = 2l\sqrt{H(2r - H)} = f(H).$$

(3.16) ифодага Ω юза қийматларини қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$dt = -\frac{2l\sqrt{H(2r - H)}dH}{\mu\omega\sqrt{2g}\sqrt{H}} = -\frac{2l}{\mu\omega\sqrt{2g}}\sqrt{2r - H}dH.$$

$H_1 = 2r$ дан $H_2 = 0$ чегарада интеграл ёзмаиз:

$$\int_0^t dt = -\frac{2l}{\mu\omega\sqrt{2g}} \int_{2r}^0 \sqrt{2r - H} dH.$$

$y = 2r - H$ янги ўзгарувчи киритамиз, бунда $dy = -dH$ ўзгариш чегараси $y_1 = 0$ дан $y_2 = 2r$ гача бўлади.

Бундан

$$t = \frac{2l}{\mu\omega\sqrt{2g}} \int_0^{2r} \sqrt{y} dy = \frac{2l}{\mu\omega\sqrt{2g}} \left[\frac{2}{3} y^{3/2} \right]_0^{2r}.$$

Чегараларни ўрнига қўйиб қуйидагини оламиз:

$$t = \frac{4ld\sqrt{d}}{3\mu\omega\sqrt{2g}}.$$

Машкни сонли қийматлари учун

$$t = \frac{4 \cdot 6 \cdot 2,4\sqrt{2,4}}{3 \cdot 0,62 \cdot 0,0176\sqrt{2 \cdot 9,81}} = 616 \text{ сек} = 10 \text{ мин } 16 \text{ сек}.$$

3.42-машқ.

Кесик конус шаклидаги идиш D диаметрли кичик асоси билан тик қўйилган (3.32-расм). Кичик асосида жойлашган ω айлана қирким орқали идишни бўшаши t вақтини (умумий кўринишда) аниқланг.

Ҳисоблаш:

dt вақт ичида айлана қиркимдан қуйидаги сув сарфи ўтади:

$$dQ = \mu\omega\sqrt{2gH}dt.$$

Идишдаги сув ҳажми худди шу вақт ичида қуйидагича камаяди:

$$dW = -\frac{\pi(D + 2H\text{ctg}\theta)^2}{4} dH.$$

$dQ = dW$ тенгликдан қуйидагини аниқлаймиз

$$dt = -\frac{\pi(D + 2H \operatorname{ctg} \theta)^2}{4\mu\omega\sqrt{2gH}} dH.$$

H_1 дан H_2 гача напор ўзгариш чегарасида куйидагига эга бўламыз:

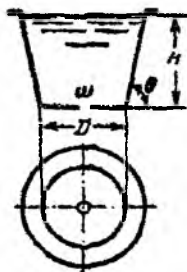
$$\int_0^t dt = -\frac{\pi}{4\mu\omega\sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} \frac{(D + 2H \operatorname{ctg} \theta)^2}{\sqrt{H}} dH = -\frac{\pi}{4\mu\omega\sqrt{2g}} \times \\ \times \int_{H_1}^{H_2} \left(D^2 H^{-\frac{1}{2}} + 4DH^{\frac{1}{2}} \operatorname{ctg} \theta + 4H^{\frac{3}{2}} \operatorname{ctg}^2 \theta \right) dH.$$

Интеграллаб:

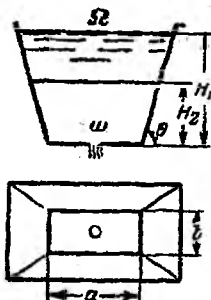
$$t = \frac{\pi}{2\mu\omega\sqrt{2g}} \left[D^2 (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}) + \frac{4}{3} D \operatorname{ctg} \theta (H_1^{3/2} - H_2^{3/2}) + \frac{4}{5} \operatorname{ctg}^2 \theta (H_1^{5/2} - H_2^{5/2}) \right]$$

$H_2 = 0$ идишни бўшатишда вақт куйидаги кўринишда бўлади:

$$t = \frac{\pi\sqrt{H}}{2\mu\omega\sqrt{2g}} \left(D^2 + \frac{4}{3} D \operatorname{ctg} \theta H + \frac{4}{5} \operatorname{ctg}^2 \theta H^2 \right).$$



3.32-расм.



3.33-расм.

$\theta = 90^\circ$ бўлганда (яъни цилиндрик идиш бўлганда) охириги ифода (3.7) ифодага келтирилади.

3.43-машқ.

Асоси тўғри тўртбурчак шаклига эга бўлган кесик пирамида шаклли идишдан сиқилиб чиқишдаги H_1 дан H_2 гача сув напорини ўзгариш t вақтини умумий кўринишда аниқланг (3.33-расм). ω айлана қирқим пастки (кичик) асосида жойлашган.

Идиш қирраларининг горизонталга эгилиш бурчаклари θ ва φ .

Ҳисоблаш:

Курилиш шуни кўрсатадики (3.33-расм), идишдаги сув сахни майдони куйидагича бўлади:

$$\Omega = (a + 2H \operatorname{ctg} \theta)(b + 2H \operatorname{ctg} \varphi),$$

бунда φ – катта қирра эгилиш бурчаги; θ – кичик қирра эгилиш бурчаги.

dt вақт ичида идишдан сарф куйидагига тенг бўлади:

$$dQ = \mu\omega\sqrt{2gH}dt.$$

Идишдаги сув ҳажми худди шу вақт ичида куйидагига камаяди:

$$dW = -(a + 2H \operatorname{ctg} \theta)(b + 2H \operatorname{ctg} \varphi)dH.$$

$dQ = dW$ тенгликдан куйидагига эга бўламиз:

$$dt = -\frac{(a + 2H \operatorname{ctg} \theta)(b + 2H \operatorname{ctg} \varphi)}{\mu\omega\sqrt{2gH}}dH,$$

бундан

$$\int_0^t dt = \frac{1}{\mu\omega\sqrt{2g}} \int_{H_2}^{H_1} \left(\frac{ab}{\sqrt{H}} + 2a\sqrt{H} \operatorname{ctg} \varphi + 2b\sqrt{H} \operatorname{ctg} \theta + 4H\sqrt{H} \operatorname{ctg} \theta \operatorname{ctg} \varphi \right) dH.$$

Интеграллаб, куйидагини оламиз:

$$t = \frac{2}{\mu\omega\sqrt{2g}} \left[ab(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}) + \frac{2}{3}(a \operatorname{ctg} \varphi + b \operatorname{ctg} \theta)(H_1^{3/2} - H_2^{3/2}) + \frac{4}{5} \operatorname{ctg} \theta \operatorname{ctg} \varphi (H_1^{5/2} - H_2^{5/2}) \right]$$

Қисман, баъзи ҳоллар учун t вақт ифодаси соддалаштирилади. Агар $H_2 = 0$ ва $\theta = \varphi$ бўлса, унда

$$t = \frac{2}{\mu\omega\sqrt{2g}} \left[ab\sqrt{H_1} + \frac{2}{3} \operatorname{ctg} \varphi (a+b) H_1^{3/2} + \frac{4}{5} \operatorname{ctg}^2 \varphi H_1^{5/2} \right].$$

Агар $H_2 = 0$, $\theta = \varphi$ ва идиш асоси квадрат, яъни $a = b$ бўлса, у ҳолда

$$t = \frac{2}{\mu\omega\sqrt{2g}} \left[a^2\sqrt{H} + \frac{4}{3} a \operatorname{ctg} \varphi (a+b) \operatorname{ctg} \theta H^{3/2} + \frac{4}{5} \operatorname{ctg}^2 \varphi H^{5/2} \right].$$

Агар $\theta = \varphi = 90^\circ$, яъни доимий кўндаланг кесим юзасига эга бўлган идиш бўлса, бунда бўшашиш вақти:

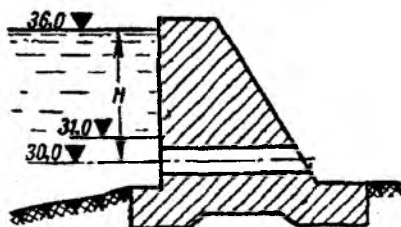
$$t = \frac{2ab\sqrt{H}}{\mu\omega\sqrt{2g}},$$

яъни (3.7) ифода кўринишига эга бўлади.

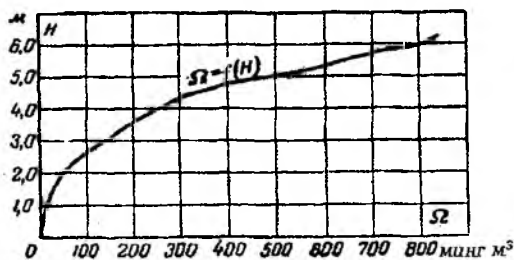
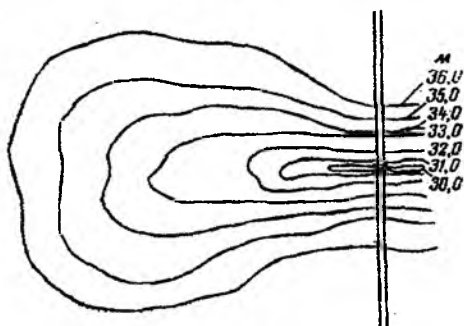
3.44-маишқ.

3.34-расмда тўғон кўрсатилган ва 3.35-расмда 1 м ораликли горизонталлар билан сув омбори режаси (плани) ҳамда сув омбори сахни юзасини унинг чуқурлигига боғлиқлик графиги кўрсатилган. Сув омборига дарёдан доимий $Q_0 = 4,16 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарф келади. Агар сув омборидан сув

эркин оқиб чикадиган тўғондаги сув туширгич юзаси $\omega = 11,0 \text{ м}^2$ бўлса, сув омборининг 36,0 белгисидан 31,0 белгисигача бўшатиш вақтини аниқланг. Сув туширгич маркази 30,0 м белгида жойлашган. Сарф коэффиценти $\mu = 0,7$ деб қабул қилинсин.



3.34-расм.



3.35-расм.

Ҳисоблаш:

Сув омборига dt вақтда оқиб келиш $Q_0 dt$ бўлади. Сув омборидан сарф худди шу вақт ичида $\mu\omega\sqrt{2gH}dt$. Сув омборидаги сув хажми ўзгариши ΩdH оқиб келиш ва сарф фарқларига тенг:

$$Q_0 dt - \mu\omega\sqrt{2gH}dt = \Omega dH.$$

Доимий кираётган сарф Q_0 бўлганда сув туширгич олдидаги напор H_1 дан H_2 гача ўзгарса бунда, t вақт:

$$t = \int_{H_1}^{H_2} \frac{\Omega dH}{Q_0 - \mu\omega\sqrt{2gH}}.$$

Сув омборини бўшатишда $H_1 > H_2$, шунинг учун интегрални қайта ёзамиз ($\mu = \text{const}$ ҳисоблаб):

$$t = \int_{H_2}^{H_1} \frac{\Omega dH}{\mu\omega\sqrt{2gH} - Q_0} = \frac{1}{\mu\omega\sqrt{2g}} \int_{H_2}^{H_1} \frac{\Omega dH}{\sqrt{H} - \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}}.$$

Бу ифодани аниқ интеграллаш мумкин эмас чунки, сув омбори нотўғри шакли кўринишида Ω ни аналитик H орқали ифодалаш мумкин эмас. Интеграллашни яқин усулларида бири билан алмаштирамиз — трапеция усули бўйича йиғинди.

Сув омбори бўшатиш хажмини узунлик бўйича $\Delta H = 1$ м орқали $n = 5$ қисмга 36,0 м белгидан 31,0 м белгигача бўламиз. Бир қисм хажми (тахминан)

$$\Omega dH = \frac{\Omega_{n-1} + \Omega_n}{2} \Delta H.$$

Напорларни охириги фарқи билан dH дифференциал интеграл остида ифодаланишини алмаштириб, H_n бошлангичдан H_1 охиригача напор ўзгариши бўлганда вақт учун қуйидаги ифодани оламиз (бунда $H_n = 6$ м, $H_1 = 1$ м):

$$T_{H_1}^{H_n} = \frac{\Delta H}{2\mu\omega\sqrt{2g}} \left[\left(\frac{\Omega_1}{\sqrt{H_1} - \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}} + \frac{\Omega_2}{\sqrt{H_2} - \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}} \right) + \left(\frac{\Omega_2}{\sqrt{H_2} - \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}} + \frac{\Omega_3}{\sqrt{H_3} - \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}} \right) + \dots \right]$$

айлана қавсларни очиб қуйидагиларни оламиз:

$$T_{H_1}^{H_n} = \frac{\Delta H}{2\mu\omega\sqrt{2g}} \left[\frac{\Omega_1}{\sqrt{H_1} - \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}} + \frac{2\Omega_2}{\sqrt{H_2} - \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}} + \frac{2\Omega_3}{\sqrt{H_3} - \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}} + \dots + \frac{\Omega_n}{\sqrt{H_n} - \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}} \right]$$

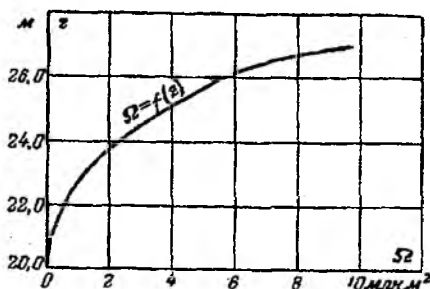
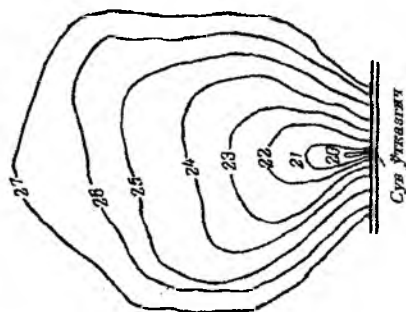
охирги ифодага машкнинг сонли қийматларини қўйиб, дастлаб қуйидагига эга бўламиз:

$$\frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}} = \frac{4,16}{0,7 \cdot 11 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 0,122,$$

$$T_{H_1=6\text{ м}}^{H_1=1\text{ м}} = \frac{1}{2 \cdot 0,7 \cdot 11 \sqrt{2 \cdot 9,81}} \left[\frac{10000}{\sqrt{1-0,122}} + \frac{2 \cdot 46000}{\sqrt{2-0,122}} + \frac{2 \cdot 140000}{\sqrt{3-0,122}} + \frac{2 \cdot 250000}{\sqrt{4-0,122}} + \frac{2 \cdot 250000}{\sqrt{5-0,122}} + \frac{800000}{\sqrt{6-0,122}} \right] = 19700 \text{ сек} = 5 \text{ соат } 28 \text{ мин.}$$

3.45-машқ.

Сув омборини 1 суткада бўшатиш учун сув омбори тўғонидаги сув ўтказувчи айлана қирқимнинг ω юзасини аниқланг. 3.36-расмда горизонталда сув омбори плани ва шу план бўйича қурилган сув омборидаги сув сатҳини z белгисидан Ω сатх юзасига боғлиқлик графиги кўрсатилган. Сув чиқариш тешиги маркази 20,0 м белгида жойлашган. Айлана қирқимнинг сарф коэффиценти $\mu = 0,7$ қабул қилинсин.



3.36-расм.

Ҳисоблаш:

H_1 дан H_2 гача сув омборида чуқурликнинг ўзгариши t вақти 3.41-машқда (3.16) ифода бўйича аниқланади.

$$\int_0^t dt = \int_{H_1}^{H_2} \frac{-\Omega dH}{\mu\omega\sqrt{2gH}} \text{ ёки } t = \frac{1}{\mu\omega\sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} \frac{\Omega dH}{\sqrt{H}}.$$

Бунда $\Omega = f(H)$ аналитик функция ҳисобланмайди, чунки сув омбори шакли нотўғри кўринишда. Шунинг учун интегрални фақат кетма-кет яқинлаштиш усули билан ҳисоблаш мумкин. Симпсон қоидаси бўйича интегрални ҳисоблаймиз:

$$\int_{H_2}^{H_1} \frac{\Omega dH}{\sqrt{H}}.$$

Симпсон қоидаси бўйича умумий кўринишда

$$\int_a^b f(x) dx = \frac{1}{3} l (y_0 + 4y_1 + 2y_2 + 4y_3 + 2y_4 + \dots + 2y_{n-2} + 4y_{n-1} + y_n),$$

бунда $l = \frac{b-a}{n}$, $n-a$ дан b гача оралиқ бўлингандаги қисмларнинг жуфт сонлари;

$x = b$ бўлганда $y_0 = f(x)$;

$x = b-l$ бўлганда $y_1 = f(x)$;

$x = b-2l$ бўлганда $y_2 = f(x)$;

.....;

$x = b-il$ бўлганда $y_i = f(x)$.

Сув омборидаги сув сатҳи берилган шартларга мос ҳолда сутка ичида 27,0 м белгидан 21,0 м белгигача пасаяди деб ҳисоблаймиз. Шунингдек, айлана қирқим маркази устидаги бошланғич напор $H_1 = 7,0$ м, охиригиси $H_2 = 1,0$ м. $n = 6$ деб қабул қиламиз, бунда

$$l = \frac{H_1 - H_2}{n} = \frac{7-1}{6} = 1 \text{ м.}$$

27,0 ($H = 7$), 26,0 ($H = 6$), 25,0 ($H = 5$) ва х.к. тўғри келувчи белгилар бўлганда Ω юзани топамиз. $\Omega = f(z)$ график бўйича ва y сонли қийматларини тузамиз:

$$y_0 = \frac{\Omega_1}{\sqrt{H_1}} = \frac{9000000}{\sqrt{7}}; \quad y_1 = \frac{\Omega'}{\sqrt{H'}} = \frac{5600000}{\sqrt{6}};$$

$$y_2 = \frac{\Omega''}{\sqrt{H''}} = \frac{3800000}{\sqrt{5}}; \quad y_3 = \frac{\Omega'''}{\sqrt{H'''}} = \frac{2400000}{\sqrt{4}};$$

$$y_4 = \frac{\Omega^{IV}}{\sqrt{H^{IV}}} = \frac{1200000}{\sqrt{3}}; \quad y_5 = \frac{\Omega^V}{\sqrt{H^V}} = \frac{450000}{\sqrt{2}};$$

$$y_6 = \frac{\Omega_2}{\sqrt{H_2}} = \frac{100000}{\sqrt{1}}.$$

Олинган у ни Симпсон ифодасига қўйиб қуйидагига эга бўламиз:

$$\int_{H_2=1,м}^{H_1=7,м} \frac{\Omega dH}{\sqrt{H}} = \frac{1}{3} \left[\frac{9000000}{\sqrt{7}} + \frac{100000}{\sqrt{1}} + 4 \left(\frac{5600000}{\sqrt{6}} + \frac{2400000}{\sqrt{4}} + \frac{450000}{\sqrt{2}} \right) + 2 \left(\frac{3800000}{\sqrt{5}} + \frac{1200000}{\sqrt{3}} \right) \right] = 7840000.$$

Сув омборини бўшатиш вақти

$$T = \frac{1}{\mu \omega \sqrt{2g}} \int_{H_2}^{H_1} \frac{\Omega dH}{\sqrt{H}} = \frac{1}{0,7 \omega \sqrt{2 \cdot 9,81}} 7840000.$$

Машқ шарти бўйича $T = 1 \text{ сутка} = 86400 \text{ сек.}$ Шунингдек, сув чиқарувчи айлана қирқим юзаси қуйидагича:

$$\omega = \frac{7840000}{86400 \cdot 0,7 \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 29,3 \text{ м}^2.$$

Айлана қирқимнинг олинган юзаси оғирлик маркази 20,0 м белгида жойлашган бўлиши керак.

3.46-машқ.

Сув омбори тўғонидаги юзаси $\omega = 20,0 \text{ м}^2$ сув ўтказувчи айлана қирқим орқали 27,0 м белгидан 23,0 м белгигача сув омборини бўшатиш t вақтини аниқланг. Айлана қирқим маркази 21,0 м белгида жойлашган. Сув омборига оқиб келиш йўқ. Айлана қирқим сарф коэффициенти доимий $\mu = 0,70$ қабул қилинсин. Сув омбори режаси горизонталларда ва z белгидан Ω сахн юзаси боғлиқлик графиги 3.36-расмда кўрсатилган.

Жавоб: $t = 36 \text{ соат.}$

Эслатма: ҳисоблашда $n = 8$ деб қабул қилиб, интегрални Симпсон усулида ҳисобланг.

IV боб. УЗУН ҚУВУРЛАРНИНГ ГИДРАВЛИК ҲИСОБИ. ГИДРАВЛИК ЗАРБ

Узун қувурларнинг гидравлик ҳисоби. Босим остидаги узун қувурларнинг гидравлик ҳисобида, одатда маҳаллий қаршиликни енгитишга кетган напор йўқолиши ҳисобга олинмайди, чунки маҳаллий қаршиликни енгитишга кетган напор узунлик бўйича напор йўқолиши миқдорига қараганда жуда ҳам кам қисмни (яъни, $h_m < 5\% h_l$) ташкил этади.

Гидравлик ҳисобларни бажаришдаги асосий тенгламани текис ҳаракатнинг асосий тенгламасидан келтириб чиқарилади:

$$Q = \omega C \sqrt{RI} \quad (4.1)$$

бунда Q – сув сарфи;

ω – d ички диаметр бўйича ҳисоблангандаги қувурнинг қўндаланг кесим юзаси;

$R = \omega / \chi$ – гидравлик радиус; айлана шаклидаги қувурлар учун $R = d/4$;

χ – ҳўлланган периметр, айлана шаклидаги қувурлар учун $\chi = \pi d$;

$I = H/l$ – гидравлик нишаблик;

$H - l$ узунлик бўйича қаршиликни енгитишга кетган напор йўқолиши;

C – қувур ички сирти n ғадир-будирлиги ва R – гидравлик радиусга боғлиқ боғлиқ бўлган Шези коэффиценти.

Шези коэффиценти C ни аниқлаш учун иккинчи бобда кўрсатилган турли тадқиқотчилар таклиф қилган ифодалардан амалиётда кўп қўлланиладигани Маннинг эмпирик формуласи (2.24) $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ ва назарий

тажрибалар асосида олинган (2.23') $C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R$ И.И.Агроскин формуласидир.

Турли сиртлар учун бу ифодаларда n ғадир-будирлик коэффиценти киймати II жадвалда келтирилган.

Бу ифодаларга, шунингдек (4.1) ифодага ҳам катталиклар метрли ўлчамларда қўйилади. Амалий ҳисобларда металл сув ўтказгичларни ғадир-будирлик характеристикаси бўйича икки категорияга бўлиш мумкин:

Янги пўлат ва чўян қувурлар учун $n = 0,0125$;

Ўртача (фойдаланилган) пўлат ва чўян қувурлар учун $n = 0,014$.

(4.1) ифодада $\omega C \sqrt{R} = K$, л/сек ўзгариш киритсак, бу *сарф характеристикаси* деб аталади. Оқим сарф характеристикасининг сонли кийматлари турбулент ҳаракатдаги қаршилик квадрат соҳаси учун V жадвалда қувурлари ғадир-будирлиги икки категорияси ва стандарт диаметрлари учун келтирилган. Қаршилик соҳаси квадрат бўлмаган, балки ўтиш ёки силлиқ деворли қаршилик соҳаси бўлса, K нинг жадвалдаги

қийматини VI жадвалдан аниқланган θ_1 коэффициентга кўпайтириш керак, яъни

$$K_y = K\theta_1 \quad (4.2)$$

Кувурдаги қаршилик соҳасини аниқлаш учун ν ўртача тезлик аниқланади ва VII жадвалда келтирилган тезлик қийматини квадрат соҳаси учун чегаравий қиймат билан солиштирилади.

Доимий Q сарф ўтказувчи ва ҳисобланаётган соҳада бир хил кўндаланг кесим юзага эга бўлган оддий кувурларни ҳисоблашдаги сарф, напор ва сарф характеристикаларини аниқлаш ифодалари қуйидагича кўринишга эга:

$$Q = K\sqrt{\frac{H}{l}}; \quad (4.3)$$

$$H = \frac{Q^2 l}{K^2}; \quad (4.4)$$

$$K = Q\sqrt{\frac{l}{H}}. \quad (4.5)$$

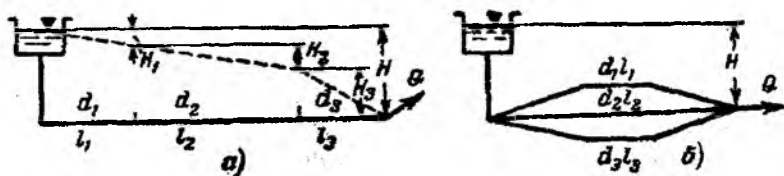
H напор йўқолишининг ҳисобини соддалаштириш учун V жадвалда $1000/K^2$ ва $K^2/1000$ сонли қийматлари берилган. Агар қаршилик ўтиш соҳаси бўлса, θ_2 ($1/\theta_1^2$ га тенг) тузатиш киритилади ва ўтиш соҳаси учун бу қийматлар қуйидаги кўринишни олади:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1000}{K_y^2} &= \frac{1000}{K^2} \theta_2 \\ \frac{K_y^2}{1000} &= \frac{K^2}{1000 \theta_2} \end{aligned} \right\} \quad (4.6)$$

$\frac{1000}{K^2}$ ва $\frac{K^2}{1000}$ қийматлардан фойдаланиб, кувур узунлигини километрларда (км) ҳисоблаш керак.

$$\left. \begin{aligned} H &= Q^2 l \frac{1000}{K^2}, \text{ м} \\ H &= \frac{Q^2 l}{K^2}, \text{ м} \\ &1000 \end{aligned} \right\} \quad (4.7)$$

Сарф ва сарф характеристикаси бир хил сарф ўлчамга эга. Агар жадвалдан олинган K , л/сек бўлса, у ҳолда сарф Q , л/сек бўлади.



4.1 расм.

Кувурларни кетма-кет ва параллел улаш. Кувурларни кетма-кет улашда (4.1, а-расм) H напор алоҳида соҳаларда H_i напор йўқолишлар йиғиндисидан иборатдир:

$$H = H_1 + H_2 + \dots + H_n = \sum H_i, \quad (4.8)$$

сарф ҳа мма соҳалардан транзит ўтгани учун

$$H_i = \frac{Q^2 l_i}{K_i^2}$$

ва сарф кетма-кет улашда қуйидагича бўлади:

$$Q = \sqrt{\frac{H}{\sum \frac{l_i}{K_i^2}}} \quad (4.9)$$

Кувурларни параллел улашда сарф алоҳида чизикларда Q_i сарфлар йиғиндисидан иборатдир:

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = \sum Q_i, \quad (4.10)$$

H напор ҳа мма параллел чизиклар учун бир хил бўлганлиги учун

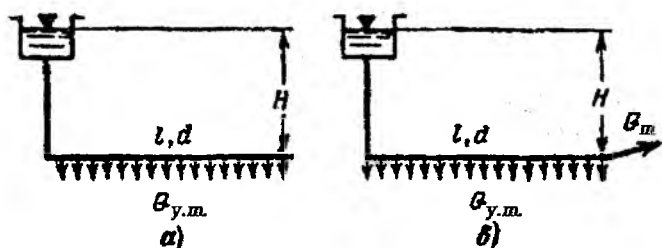
$$Q_i = K_i \sqrt{\frac{H}{l_i}},$$

ва параллел улашда напор қуйидагича бўлади:

$$H = \frac{Q^2}{\left(\sum \frac{K_i}{\sqrt{l_i}} \right)^2} \quad (4.11)$$

Узлуксиз сарфли кувурлар. Агар сарф кувур узунлиги бўйлаб узлуксиз тарқалиш $Q_{y.m.}$ кўринишида тақсимланаётган бўлса (4.2, а-расм) бунда напор йўқолиши қуйидаги ифода орқали ифодаланади:

$$H = \frac{1}{3} \frac{Q_{y.m.}^2 l}{K^2}. \quad (4.12)$$

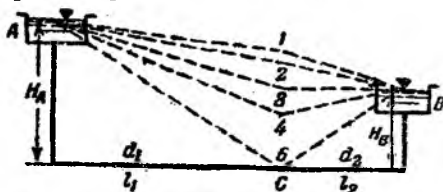


4.2-расм.

Агар $Q_{y.m.}$ узлуксиз тарқалишдан ташқари қувур охиригача транзит юрувчи Q_m сарф бўлса (4.2, б-расм), у ҳолда напор йўқолиши куйидаги кўринишда бўлади:

$$H = \frac{(Q_m + 0,55Q_{y.m.})^2 l}{K^2}. \quad (4.13)$$

Тенглаштирувчи идишлар. Агар икки идиш сув тарқатувчи кранга эга бўлган қувур билан бирлаштирилган бўлса (4.3-расм), бунда беш ҳисобий ҳолни ажратиш керак:



4.3-расм.

1. С кран ёпик. А идишдан В идишга (4.9) ифода орқали аниқланадиган сарф келяпти,

$$Q_B = \sqrt{\frac{H_A - H_B}{\sum \frac{l_i}{K_i^2}}}. \quad (4.14)$$

2. Кран шунчалик очикки, А идишдан сарф В идишга ва С пунктга келмокда, бундан

$$Q_C = K_1 \sqrt{\frac{H_A - H_C}{l_1}} - K_2 \sqrt{\frac{H_C - H_B}{l_2}}. \quad (4.15)$$

3. Кран шунча очикки, АС соҳадаги йўқолиш $H_A - H_B$ га тенг. Сарф А идишдан С пунктга окмокда. В идиш ишламаяпти. Бундан

$$Q_C = \sqrt{\frac{H_A - H_B}{\frac{l_1}{K_1^2}}}. \quad (4.16)$$

4. Кранни навбатдаги очилиши C пунктга иккала идишдан сув келишига йўл қўяди

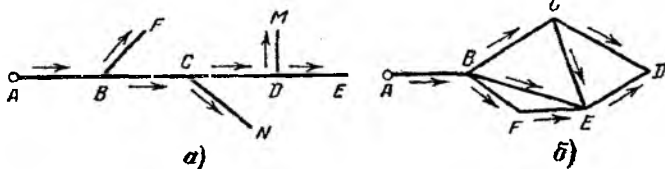
$$Q_C = K_1 \sqrt{\frac{H_A - H_C}{l_1}} + K_2 \sqrt{\frac{H_B - H_C}{l_2}}. \quad (4.17)$$

5. Кранни кейинги очилиши $Q_{C_{\max}}$ сарф беради – иккала идиш тўла напордан фойдаланиб, C пунктни таъминлайди:

$$Q_{C_{\max}} = K_1 \sqrt{\frac{H_A}{l_1}} + K_2 \sqrt{\frac{H_B}{l_2}}. \quad (4.18)$$

4.3-расмда ҳамма беш ҳол учун пьезометрик чизиклар кўрсатилган.

Тақсимлагич сув ўтказувчи тармоқ. Планли схема бўйича сув ўтказиш тармоқлари тарқалган (ёки берк, 4.4, а-расм) ва ёпиқ (ёки халқасимон, 4.4, б-расм). Қурилишда, амалиётда кенг қўлланилади



4.4-расм.

Агар A напорли идишда бошланғич напор берилмаган бўлса (янги тармоқ), тарқалган тармоқни ҳисоблашда, $ABCDE$ магистрал чизик l_i соҳаларидаги d_i диаметрларни тавсия этилган чегаравий тезлик ва VIII жадвалга асосан сарфлар бўйича аниқлаш мумкин.

d_i , l_i , Q_i маълум бўлганда магистрал соҳадаги напор йўқолиши ва тугунли нуқталардаги пьезометрик чизик баландлик белгилари (4.7) ифода бўйича аниқланади. H_A бошланғич напор (пьезометрик чизик баландлиги) охири пунктдаги H_E напор ва магистрал соҳадаги йўқотишлар йиғиндиси каби аниқланади:

$$H_A = \sum H_i + H_E.$$

Агар магистрал кувур охиридаги напор катталигига H_{CB} берилган эркин напор қўшилса, H_E пьезометрик чизик катталиги аниқланади.

Тармоқлар ҳисобида напор йўқолиши маълум бўлганда, узунлик ва сарф берилганда уларни диаметрларини аниқлашга олиб борилади, чунки ҳар бир тармоқ учун охиригиси тармоқ охири ва тармоқ бошланиш жойида

магисталнинг тугунли нуқтасидаги пьезометрик чизиқ баландлик белгилари фарқларига тенг бўлади.

Бошланғич напор H_A берилган ҳолда (эски тармоқ) магистралдаги ўртача гидравлик нишаблик аниқланади

$$I_{ур} = \frac{H_A - H_{св}}{\sum l_i}. \quad (4.19)$$

Магистралнинг ҳар бир соҳасидаги сарф характеристикаси (4.5) ифодага мувофиқ аниқланиши мумкин.

$$K_i^2 = \frac{Q_i^2}{I_{ур}}.$$

Ҳисобланган K , одатда стандарт диаметрларга жавоб берадиган жадвалдаги катталиқ билан туғри келмайди ва энг яқин катта ҳамда кичик диаметрлар орасида танлаш заруратини туғдиради, бунинг учун магистрал соҳаларида диаметрларни бир қатор комбинациялари тузилади ва энг иқтисодий жиҳатдан фойдали вариант қабул қилинади. Бу ҳақда батафсил тафсилотлар машқлар ечишда кўриб чиқилади.

Эски таксимловчи тармоқлар ҳисоби янги тармоқлар ҳисоби каби ҳисобланади.

Халқасимон тармоқ сув ўтказиш амалиётида кенг тарқалган, чунки алоҳида соҳаларни ёпиш (таъмир учун) бошқа тармоқларга сарф узатишни ўзгартирмайди.

Халқасимон тармоқ ҳисобида соҳалардаги сарфлар йўналиши тахминан белгиланади. (4.4, 6-расм).

Кетма-кет жойлашганбир хил йўналишли сарфларга эга энг узун участкалар (масалан $ABFED$) ёпиқ тармоқли магистрал каби ҳисобланади. Халқасимон тармоқнинг қолган соҳалари охирги напор, сарф, узунлиги маълум бўлган тармоқлар каби ҳисобланади (қаранг, Д.Р.Бозоров ва бошқалар «Гидравлика», Т. 2003 й.)

Насос станциясидаги идишгача сувни напор билан чиқарувчи қувур диаметрини аниқлаш. Идишга сувни чиқаришда сарфланадиган энергия сарфи, сувни кўтарувчи қувурдаги йўқоладиган напорга боғлиқ. Шунингдек, охиргисини диаметри қанча катта бўлса, йўқотиш ёки уни енгишга кетадиган энергия нархи шунча кам бўлади. Бошқа томондан – диаметрни кенгайтириш қувурнинг нархини кимматлаштиради.

Бу шароитда қувур ҳисоби шундай иқтисодий жиҳатдан энг фойдали d диаметр танлашга олиб келадики, бунда қувурга маблағ S_2 ажратишга ва йўқотишни енгишга кетадиган энергия S_1 га йиллик ҳаражатнинг S минимал йиғиндисини таъминлаган бўлар эди:

$$S = (S_1 + S_2)_{\min}$$

Ҳаражатларни энг кам – минимал йиғиндисини топиш усули машқларда ечимлари билан кўрсатилган.

Гидравлик зарб. Напорли қувурда суюқлик ҳаракатини тезлиги кескин ўзгаришида масалан кранни тезда ёпиш ёки очишда, турбина ёки насосни тўхтатишда қувур бўйлаб катта тезлик билан тарқалаётган босимни кескин ўзгариши содир бўлади. Бу ҳодиса гидравликада *гидравлик зарб* дейилади.

Краннинг лахзада (бир онда) ёпилгандаги қувурдаги босим ортиши Жуковский формуласи бўйича аниқланади

$$\Delta p_{\max} = \rho c v_0. \quad (4.20)$$

бунда ρ – суюқлик зичлиги;

v_0 – кран ёпилгунча қувурдаги суюқлик ҳаракатининг ўртача тезлиги;

c – зарбли тўлқин тарқалиш тезлиги, қуйидаги ифодадан аниқланади

$$c = \sqrt{\frac{K}{\rho} \frac{1}{1 + \frac{KD}{Ee}}}, \quad (4.21)$$

бунда K – суюқликнинг қайишқоқлик модули;

E – қувур деворлари материалнинг қайишқоқлик модули;

D – қувур ички диаметр;

e – қувур деворлари қалинлиги;

Ўртача шароитда сув учун $\rho = 102 \text{ кг} \cdot \text{сек}^2 / \text{м}^4 = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3$,

$K = 2,07 \cdot 10^3 \text{ кг} / \text{м}^2 = 2,03 \cdot 10^6 \text{ кН} / \text{м}^2$ ва $\sqrt{\frac{K}{\rho}} = 1425 \text{ м} / \text{сек}$ бўлгани

учун, сува зарбли тўлқин тарқалиш тезлиги қуйидагича бўлади:

$$c = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{KD}{Ee}}}, \text{ м} / \text{сек}. \quad (4.22)$$

Турли суюқлик ва материаллар учун E ва K/E катталиклар қийматлари 4.13-жадвалга киритилган.

Кран лахзали ёпилганда унинг олдида пайдо бўлган $\Delta p_{\max}$ кўтарилган босим қувур бўйлаб c тезлик билан тарқалади ва $t = l/c$ вақт ичида қувур бошига етиб боради, яъни p_0 га тенг (4.5-расм) ўртача босимли бўлган напорли идишгача етиб боради. $t = l/c$ вақт ичида қувурдаги ҳа мма суюқлик тўхтади ($v_0 = 0$). Кейинги t вақтдан кейин суюқлик идиш тарафга ҳаракатлана бошлайди (манфий v_0 тезлик билан) ва p_0 босим қувур бўйлаб



4.5-расм.

идишдан тўсикка c тезлик билан тарқалади. Фаза деб аталувчи $\tau = 2l/c$ вақтдан кейин p_0 босимли тўлқин тўсикка етади, бу вақтга келиб эса қувурдаги суюқликнинг ҳа мма массаси тўсикдан идишга қараб v_0 тезлик билан ҳаракатланади, тўсик олдида эса босим пасаяди.

Босим пасайиши p_0 ва $\Delta p_{\text{макс}}$ га боғлиқ.

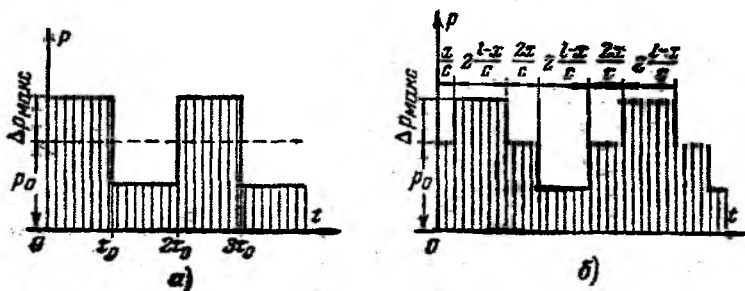
Агар тўсик олдида (ёпилгунча) p_0 бошланғич босим $\Delta p_{\text{макс}}$ дан катта бўлса, унда τ_0 фаза оқими бўйлаб тўсик олдида босим $\Delta p_{\text{макс}}$ катталиқка пасаяди, яъни $p_0 - \Delta p_{\text{макс}}$ тенглашади.

Агар тўсик олдида p_0 бошланғич босим $\Delta p_{\text{макс}}$ дан кичик бўлса, унда фаза оқими бўйлаб тўсик олдида босим нолга яқин минималгача пасаяди (тўсикдан суюқлик бўлиниб чиқмайди, чунки $p \rightarrow 0$ бўлганда суюқликдан ҳаво бўлаклари ажралиб чиқади ва босим мусбатлигича қолади).

Босим пасайиши қувур бўйлаб тўсикдан идишгача тарқала бошлайди, суюқлик эса тўхтади ва $t = 3l/c$ вақтдан кейин қувурдаги суюқликнинг ҳа мма массаси пасайган босим остида тинч ҳолатда бўлади $p_0 - \Delta p_{\text{макс}}$ ёки $\Delta p_{\text{макс}} > p_0$ ҳолатда $p_0 \rightarrow 0$.

Бундан кейинги вақт давомида суюқлик идишдан $+v_0$ тезлик билан қувурга оқа бошлайди ва p_0 босимли тўлқин тўсикка боради. $t = 4l/c = 2\tau_0$ дан кейин тўсик олдида яна босим $\Delta p_{\text{макс}}$ катталиқка ортади ва ҳа мма ёзилган босим жараёни худди шу кетма-кетликда такрорланади.

4.6-расмда босим ўзгариш графиги берилган: a – тўсик олдида, b – тўсикни лаҳзали ёпиш шартида уни олдида x ораликдаги қувур кесимида.



4.6-расм.

Тўсик аста секин ёпилганда бир қанча вақт мобайнида босим суюқлик ҳаракат тезлиги камайишига пропорционал равишда ортади.

Агар тезлик аста-секин ёпишда чизикли конун бўйича ўзгарса

$$v_i = v_0 \left(1 - \frac{t}{T_{en}} \right),$$

бунда T_{en} – тўсиқни тўла ёпиш вақти ва бунда босим ҳам чизикли ўзгаради:

$$\Delta p_i = \rho c (v_0 - v_i) = \rho c v_0 \frac{t}{T_{en}}.$$

Бунда $\Delta p_{\max}$ энг катта босим биринчи фаза охирида бўлади, яъни $t = \tau_0$ бўлганда:

$$\Delta p'_{\max} = \frac{2\rho l v_0}{T_{en}}. \quad (4.23)$$

Тўсиқни аста-секин ёпишдаги қувурда босимни ўзгариш жараёни лаҳзали ёпиш шароитига қараганда анча мураккаб. Хозирча тўсиқ олдида босим ортяпти (тезлик камайишига пропорционал равишда) ва босим ошириш тўлқинлари тўсиқдан идишга қараб боряпти, идишдан (l/c вақт ўтиши билан) тўлқинлар p_0 босим билан тўсиққа боради.

Турли босимли учрашган тўлқинлар устма-уст тушади ва улар қайта тинчланади.

Агар $\tau_0 < T_{en}$ бўлса, яъни идишда акс этган p_0 босимли тўлқин охиригиси ёпилгунга қадар тўсиқ олдида келади, қувурдаги босим эса максимал катталиқка эришмайди – $\rho c v_0$, чунки τ_0 моментдан тўсиқ олдида босим акс этган тўлқинлар ҳисобига (тўғри бўлмаган зарб) камай бошлайди. Бу ҳол учун тўсиқ олдида босим ўзгариши (4.7, а-расм) графикда кўрсатилган.

Агар $T_{en} < \tau_0$ (тўғридан зарб) бўлса, унда тўсиққа биринчи акс тўлқин келиш τ_0 моментига охиригиси тўла ёпиқ ва тўсиқ олдида босим ортиши $\Delta p_{\max} = \rho c v_0$ гача кўпаяди, чунки $v_m = 0$, $\Delta p_m = \rho c (v_0 - v_i)$. Фақат τ_0 моментдан кейин босим пасая бошлайди. Тўғридан зарб бўлган ҳолда тўсиқ олдида босим ўзгариши (4.7, б-расм) графикда кўрсатилган.

Агар v тезлик тўсиқни аста-секин ёпишда $v = f(t)$ га боғлиқ ҳолда чизикли ўзгарса, унда t моментда тўсиқ олдида босим кўтарилиши қуйидагича бўлади:

$$\Delta p_i = \rho c (v_0 - v_i)$$

Босим ўзгариши графигини қуриш қуйидаги тартибда амалга оширилади (4.8-расм):

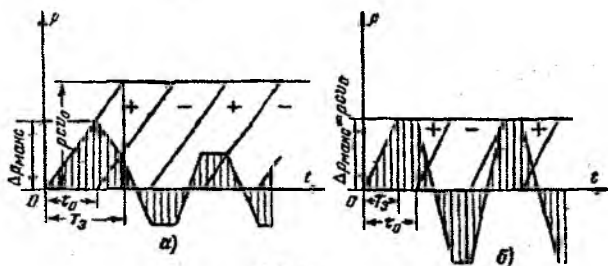
Охириги тўсиқни ёпиш вақтида тўсиқ олдида сув ҳаракати тезлигини ўзгариши берилганда, масалан

t_0	t_1	t_2	$t_3 = T_{en}$
v_0	v_1	v_2	$v_3 = 0$

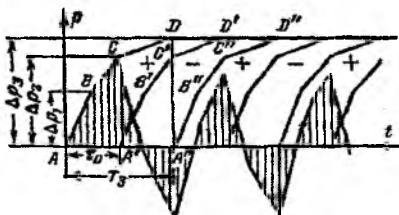
$$\Delta p_1 = \rho c(v_0 - v_1), \Delta p_2 = \rho c(v_0 - v_2), \Delta p_3 = \rho c v_0 = \Delta p_{\text{макс}}$$

вақт оралиғига мос келувчи босим кўтарилиши аниқланади.

Бу кўтарилишлар ўқдан қўйилади (4.8-расм $ABCD$ синиқ чизикқа қаранг).



4.7-расм.



4.8-расм.

Агар машқ берилишидан $T_{\text{ен}} > \tau_0$ ҳосил бўлса, яъни тўғри бўлмаган зарб ҳолида, унда τ_0 фаза оқими бўйлаб ёпиш бошланишидан p_0 босим билан тўлқин кела бошлайди ва тўсикдан қайтиб, аналог қонуният бўйича $-A'B'C'D'$ чизик бўйлаб унинг олдида босимни камайтиради.

τ_0 кейинги фаза оқими бўйлаб тўсик олдида яна $A''B''C''D''$ чизик билан характерланган босим ортиши бошланади ва х.к.

Шу йўсинда τ_0 фазалар чегарасидан (ёпиш бошланишидан олдин) тўсик олдида тўсик ёпилишининг давомийлиги ҳисобига бир вақтда босим ортиши (CD чизик) содир бўлади, яъни тезлик ортиши ва босим камайтиши ҳисобига ($A'B'C'$ чизик) p_0 босим билан қарши тўлқинни тўсикқа келиши кузатилади. p_0 босимли тўлқинни тўсикқа келиши натижасида унинг олдида 0 дан манфий v_0 гача сув ҳаракати тезлигини лахзали бўлмаган

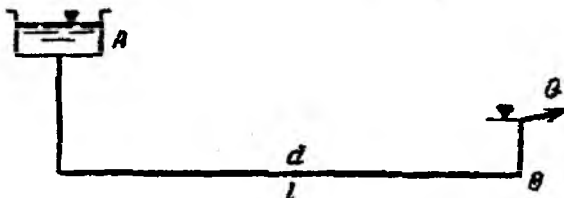
ўзгариши содир бўлади (тўсиқни лаҳзали ёпишда кўрилгани каби). Шунинг учун босим лаҳзали эмас, балки $A'B'C'D'$ чизиқ бўйлаб камаяди.

Тўлкинларнинг геометрик жойлашуви (вертикалдаги манфий ва мусбат кесимларни йиғиш ва олинган йиғиндиларни – мусбатини юқорига, манфийсини пастга – p_0 босим қийматларига жавоб берадиган – горизонтал ўқдан пастга жойлаштириш) тўсиқ олдида босим ўзгариш графигини ва тўсиқни аста секин ёпишдаги максимал босим катталигини беради.

УЗУН ҚУВУРЛАР ҲИСОБИ

4.1-машқ.

Агар A напорли идишда сув сатҳи катталиги 12,0 м ва B охириги пунктда пьезометрик чизиқ баландлиги 7,2 м бўлса, Q сарфни ҳамда қувур диаметр $d = 250$ мм ва узунлик $l = 180$ м бўлганда тезликни аниқланг (4.9-расм).



4.9-расм.

Икки ҳол учун ҳисоблансин: а) қувур металл, ўртача; б) қувур ифлосланган, $n = 0,015$.

Ҳисоблаш: а) V жадвалда K сарф характеристикасини 250 мм диаметр учун топамиз ва (4.3) ифодадан сарфни аниқлаймиз

$$Q = K \sqrt{\frac{H}{l}} = 616,4 \sqrt{\frac{12,0 - 7,2}{180}} = 100 \text{ л/сек.}$$

$\omega = 4,91 \text{ дц}^2$ юзани шу жадвалдан топамиз. Бунда оким тезлиги $v = \frac{Q}{\omega} = \frac{100}{4,91} = 20,4 \text{ дц/сек} = 2,04 \text{ м/сек}$. Демак, окимнинг турбулент ҳаракатидаги квадрат қаршилиқ соҳасига эга бўламиз, чунки VII жадвалдан аниқланган, берилган диаметр учун чегараланган $v = 2,04 \text{ м/сек}$ тезлик $v = 1,0 \text{ м/сек}$ дан катта, шунинг учун θ тузатиш киритмаймиз.

б) ғадир-будирлик коэффиценти $n = 0,015$ қувурлар учун сарф характеристикаси жадвалда йўқ.

(4.1) ифодадан сарфни аниқлаш учун ω , R , C , I хисобланадиган катталикларни топамиз:

$$\omega = 0,0491 \text{ м}^2, \quad R = \frac{d}{4} = \frac{0,25}{4} = 0,0625 \text{ м};$$

Маннинг формуласидан

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} = \frac{1}{0,015} \cdot 0,0625^{1/6} = 42;$$

$$I = \frac{H}{l} = \frac{12,0 - 7,2}{180} = 0,0266.$$

Сарф

$$Q = \omega C \sqrt{RI} = 0,0491 \cdot 42 \sqrt{0,0625 \cdot 0,0266} = 84,0 \text{ л/сек.}$$

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{84}{4,91} = 17,1 \text{ дм/сек} = 1,71 \text{ м/сек.}$$

И.И. Агроскин формуласидан C ни аниқласак

$$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R = \frac{1}{0,015} + 17,72 \lg 0,0625 = 45,2,$$

сарф $Q = 91,0 \text{ л/сек.}$

Маннинг ва Агроскин формулаларидан C коэффициентини аниқлашдаги сарфлардаги фарқ 7% ни ташкил этади.

4.2-машқ.

$W = 12,6 \text{ м}^3$ хажмли идишни $t = 30 \text{ мин}$ вақтда тўлдириш талаб қилинади. Доимий напор $H = 2,6 \text{ м}$ билан идишга сув берилаётган сув узатиш қувири d диаметрини аниқланг. Қувур узунлиги $l = 150 \text{ м}$, $n = 0,014$.

Жавоб: $d = 100 \text{ мм.}$

4.3-машқ.

$31,0 \text{ м}$ белгида сув сатхи билан A напор идишидан B пунктга ўлчамлари $l = 1520 \text{ м}$, $d = 200 \text{ мм}$, янги пулат қувурдан $Q_1 = 25,8 \text{ л/сек}$ сарф келиб тушяпти (4.9 расм).

Аниқлаш керак:

- 1) Сув кўтарилаётган B пунктдаги белгини.
- 2) Узоқ вақт эксплуатация қилингандан кейин $23,85 \text{ м}$ – B пунктдаги белгида ва берилган ўлчамлардаги қувур қандай Q_2 сарф ўтказади.

Жавоб: 1) B пункт катталиги – $23,85 \text{ м}$; 2) сарф $Q_2 = 22,3 \text{ л/сек.}$

Эслатма. Икки ҳол учун ҳам қаршилиқнинг ўтиш соҳасига эгамиз.

4.4-машқ.

15,50 м сув сатҳи белгили A напор идишидан $Q = 20,6$ л/сек миқдорда 10,6 м белгига — B пунктга сув бериш талаб қилинади. A ва B пунктлар орасидаги масофа $l = 880$ м. Сув узатиш тармоғи (водопровод) учун қувур диаметри $d = 150$ мм (1 м қувур оғирлиги 38 кг ёки 372,8 Н) ва $d = 200$ мм (1 м қувур оғирлиги 55 кг ёки 539,6 Н) диаметрли «ўртача» қувурлар мавжуд. Уларнинг умумий оғирлиги энг кам бўлиши учун мавжуд қувурлардан қайси бирини қўйиш керак?

Ҳисоблаш: $H = 15,50 - 10,60 = 4,90$ м напор берилганда (4.5) ифодадан сарф характеристикасини аниқлаймиз.

$$K = Q \sqrt{\frac{l}{H}} = 20,6 \sqrt{\frac{880}{4,90}} = 276 \text{ л/сек.}$$

V жадвал бўйича $d_1 = 150$ мм учун $K = 158,4$ л/сек ва $d_2 = 200$ мм учун $K = 340,8$ л/сек ни топаемиз.

Ҳисобланган сарф характеристикаси катталиги $d = 150$ мм қувур ўрнатилганда ҳисобланган катталиклардаги берилган сарф чиқариши таъминланмайди, $d = 200$ мм да эса ҳисоблагидан ортик сарф кетади ёки ортикча напор қолади.

AB тўла узунлиги бўйича $d = 200$ мм қувур лойихалаштириш металлни ортикча харажатиға олиб келади. Металлни энг кам сарфлашда ҳисоб шартларини бажариш учун юқоридаги икки хил диаметрли икки кетма-кет уланган соҳалардан қувур тузамиз.

Икки соҳалардаги напорлар йўқолиш йиғиндиси

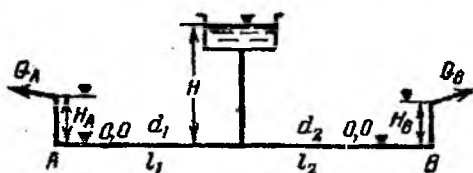
$$H = 15,50 - 10,60 = 4,90 \text{ м.}$$

$d = 150$ мм бўлганда қувурдаги тезлик $v_1 = \frac{Q_4}{\pi d^2} = \frac{20,6 \cdot 4}{3,14 \cdot 1,5^2} = 11,6$ дм/сек $= 1,16$ м/сек, қаршилик соҳаси квадратик, чунки v_1 тезлик v дан катта, $d = 100 \div 200$ мм ўртача қувурлар учун VI жадвалда кўрсатилган.

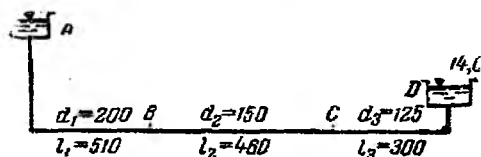
$$d = 200 \text{ мм бўлганда тезлик } v_2 = \frac{20,6 \cdot 4}{3,14 \cdot 2,0^2} = 6,6 \text{ дм/сек қаршилик}$$

соҳаси ўтувчан, чунки v_2 тезлик $d = 200$ мм қувурлар учун VII жадвалда кўрсатилгандан кам. $d = 150$ мм диаметр билан соҳа узунлигини (километрда) x оркали ифодалаб, қувурнинг бутун узунлиги бўйлаб напор йўқолиш йиғиндисига эга бўламиз:

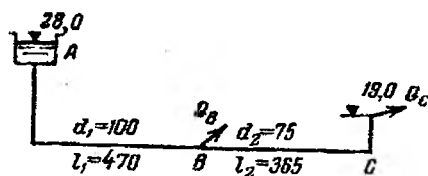
$$Q^2 x \frac{1000}{K_1^2} + Q^2 (l - x) \frac{1000}{K_2^2} \theta_2 = H.$$



4.10-расм.



4.11-расм.



4.12-расм.

V жадвал ёрдамида сонли қийматларни қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$20,6^2 x \cdot 0,03985 + 20,6^2 (0,88 - x) \cdot 0,00861 \cdot 1,15 = 4,90$$

ва бундан $x = 0,0946 \text{ км} \approx 95 \text{ м}$ ни топамиз.

x соҳадаги $d = 150 \text{ мм}$ бўлган қувурлар оғирлиги $95 \cdot 38 = 3610 \text{ кг}$ ёки $95 \cdot 372,8 = 35416 \text{ Н} = 35,4 \text{ кН}$ ни ташкил қилади.
 $l - x = 880 - 95 = 785 \text{ м}$ колган узунликда оғирлик $785 \cdot 55 = 43175 \text{ кг}$ ёки $785 \cdot 539,6 = 423586 \text{ Н} = 423,6 \text{ кН}$ бўлади.

Қувурларнинг умумий оғирлиги $3610 + 43175 = 46785 \text{ кг}$ ёки $459,0 \text{ кН}$. Бу берилган напордан фойдаланиш шартида энг кам оғирлик бўлади.

4.5-машқ.

А идишдан В идишга $Q = 18,2$ л/сек сарф ўтказиш учун $l = 760$ м узунликдаги шундай қувур кесимини олинки, бунда $H_A = 28,0$ м ва $H_B = 15,3$ м сув сатҳи баландликлари идишларда доимий бўлиб қолсин. Қувурлар ҳолати ўртача.

Жавоб: Қувур икки кетма-кет уланган соҳалардан ташкил топган: $d_1 = 125$ мм, $l_1 = 123$ м, $d_2 = 150$ мм, $l_2 = 637$ м.

4.6-машқ.

Сув напорли идишдан қувур бўйлаб А ва В сув тарқатувчи пунктларга келяпти (4.10-расм). А пунктга давом этган қувур ўлчамлари: $l_1 = 432$ м, $d_1 = 150$ мм, сарф эса $Q_A = 19,0$ л/сек.

В пунктда сарф $Q_B = 38,0$ л/сек, $l_2 = 610$ м, $d_2 = 200$ мм. Агар идишдаги бошланғич напор $H = 15,4$ м бўлса, А ва В пунктлардаги қолган напорни аниқланг. Қувурлар яхши ҳолатда.

Жавоб: $H_A = 9,18$ м; $H_B = 7,82$ м.

4.7-машқ.

Ўлчамлари 4.11-расмда кўрсатилган кетма-кет уланган учта соҳадан ташкил топган узаттич қувур бўйлаб А напорли идишдан D пунктга $Q = 18,3$ л/сек сарф келиб тушяпти. А напорли идишдаги сув сатҳи катталигини аниқланг, шунингдек пьезометрик чизиқни қуринг. Қувурлар янги.

Жавоб: Пьезометрик чизиқ баландлиги: $H_A = 28,22$ м, $H_B = 26,96$ м, $H_C = 22,08$ м.

4.8-машқ.

Ўлчамлари 4.12-расмда кўрсатилган қувур бўйлаб В ва С сув йиғиш пунктларига узатилляпти.

В пунктда $Q_B = 3,0$ л/сек сарфляняпти. С пунктдаги Q_C сарфни аниқланг ва пьезометрик чизиқни қуринг. Қувурлар ҳолати ўртача.

Жавоб: $Q_C = 2,40$ л/сек; пьезометрик чизиқ баландлиги $H_A = 28,0$ м, $H_B = 22,85$ м, $H_C = 19,0$ м.

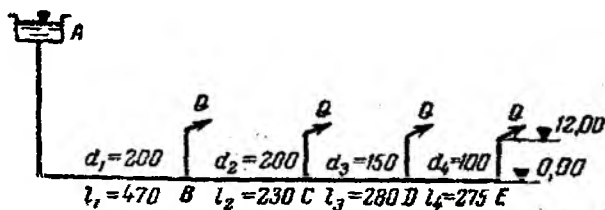
4.9-машқ.

А напорли идишдан сув қувур бўйлаб В, С, D, E биноларга келяпти ва уларнинг ҳар бирида 8 л/сек дан сарфляняпти. Белгилар ва қувурлар ўлчамлари 4.13-расмда кўрсатилган. Қувурлар ҳолати ўртача.

Аниқлаш керак:

1) Напорли идишдаги H_A сув сатхи белгисини ва (B , C , D) тугунли нукталардаги пьезометрик чизик баландлик белгиларини.

2) Агар D бинода сарф $10,0$ л/сек гача ошса (A напорли идишда ва E охириги пунктда сув сатхи белгилари ўзгармас бўлиб қолиш шарти билан), C ва E биноларда эса сарф аввалгидек 8 л/сек бўлса, B бино қанча сув қабул қилади?



4.13-расм.

Бунда тугунли нукталарда пьезометрик чизик баландлик белгилари қандай ўзгаради?

Жавоб: 1) $H_A = 26,33$ м, $H_B = 22,19$ м, $H_C = 20,98$ м, $H_D = 18,12$ м, $H_E = 12,00$ м; 2) $H_A = 26,33$ м, $H_B = 23,20$ м, $H_C = 21,73$ м, $H_D = 18,12$ м, $H_E = 12,00$ м, $Q_B = 1,10$ л/сек.

4.10-машқ.

Учта параллел уланган қувур орқали B напорли идишдан A ховузга $Q = 48$ л/сек сарф келиб тушяпти. B идишдаги зарур бўлган сув сатхи катталигини ва ҳар бир қувурдаги сарфларни аниқланг. Қувурлар ўлчамлари 4.14-расмда кўрсатилган, қувурлар ҳолати ўртача.

Кўрсатма. Ҳа мма учта қувурларда қаршилик майдони ўтиш соҳасида.

Жавоб: $H_B = 19,0$ м, $Q_1 = 28,4$ л/сек, $Q_2 = 14,4$ л/сек, $Q_3 = 5,2$ л/сек.

4.11-машқ.

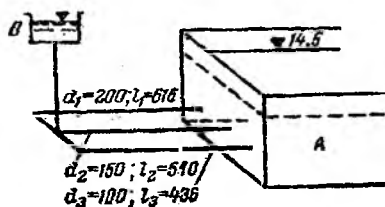
B ва C сув йиғиш пунктларига бир хилда $Q_B = Q_C = 3,60$ л/сек сарф узатиляпти. A напорли идишдаги сув сатхи катталиги ва қувурлар ўлчамлари 4.15-расмда кўрсатилган. Берилган сарфлар таъминлангандаги сатҳда B ва C пунктдаги белгини аниқланг. Қувурлар ҳолати ўртача.

Жавоб: Пъезометрик чизик баландлик белгилари: B пунктда – 20,68 м,
 C пунктда – 13,92 м.

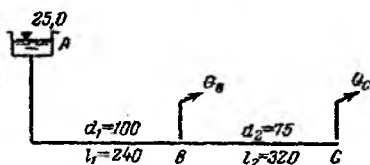
4.12-машқ.

Агар B пунктда сув чиқиш жойи ёпиқ яъни $Q_B = 0$ бўлса, C пунктдаги Q_C сарфни 4.15-расмда кўрсатилган схема бўйича аниқланг. C пункт белгиси – 13,92 м га тенг.

Жавоб: $Q_C = 4,24$ л/сек.



4.14-расм.



4.15-расм.

4.13-машқ.

$Q_{y.m.} = 12$ л/сек сарф узлуксиз тарқалиш кўринишида BC узатиш қувири соҳасида тарқалаяпти (4.16-расм). ABC узатиш қувири бутун узунлиги бўйича диаметр доимий $d = 125$ мм. Соҳалар узунлиги: $l_{AB} = 510$ м, $l_{BC} = 340$ м. Қувурлар ҳолати ўртача. A напорли идишдан C нуктагача H напор йўқолишини аниқланг.

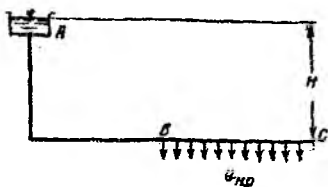
Жавоб: $H = 9,47$ м

4.14-машқ.

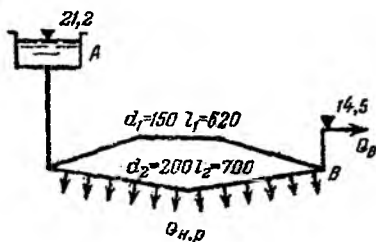
A напорли идишдан B пунктга иккита параллел қувур ўрнатилган (4.17-расм). Қувурлар биридан сарф узлуксиз тарқалиш кўринишида тарқалаяпти $Q_{y.m.} = 23,0$ л/сек. B пунктга 14,5 м белгига Q_B транзит сарф келади. A напорли идишдаги сув сатҳи 21,2 м белгида жойлашган. Қувурлар ҳолати ўртача.

Аниқлаш керак:

- 1) B пунктдаги Q_B транзит сарфни;
- 2) Q_B сарфни икки марта ортишини таъминловчи A напорли идишдаги сув сатҳи катталигини (бунда $Q_{y.m.}$ сарф ва B пунктдаги пъезометрик чизик баландлиги ўзгаришсиз қолади).



4.16-расм.



4.17-расм.

Ҳисоблаш: 1) Биринчи қувурдаги сарф (таркалишсиз) (4.3) ифода бўйича аниқланади:

$$Q_1 = K_1 \sqrt{\frac{H}{I_1}} = 158,4 \sqrt{\frac{6,7}{620}} = 16,4 \text{ л/сек.}$$

Бу сарф тўлалигича В сув таркатиш пунктига келади. Бирок Q_B тўла сарф Q_1 дан кўп бўлиши мумкин, чунки иккинчи қувурда, $Q_{y.m.}$ узлуксиз таркалишдан ташқари Q_m транзит сарф ҳам мавжуд бўлиши мумкин.

Иккинчи қувурдаги Q_m сарфни қуйидаги ифодадан аниқлаймиз

$$H = \left(Q_m^2 + Q_m Q_{y.m.} + \frac{Q_{y.m.}^2}{3} \right) \frac{I_2}{K_2^2}. \quad (4.24)$$

Бундан

$$Q_m^2 + Q_m Q_{y.m.} = H \frac{K_2^2}{I_2} - \frac{Q_{y.m.}^2}{3}.$$

Сонли қийматларни қўйиб қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$Q_m^2 + Q_m \cdot 23 = 6,7 \frac{116,15}{0,7} - \frac{23^2}{3} = 934,$$

Тенгламани ечиб, $Q_m = 21,1$ л/сек топамиз.

Шундай қилиб, В пунктдаги тўла сарф қуйидагича бўлади:

$$Q_B = Q_1 + Q_T = 16,4 + 21,1 = 37,5 \text{ л/сек.}$$

2) В пунктдаги сарф икки баробар ортган, яъни

$$Q_B = 2 \cdot 37,5 = 75,0 \text{ л/сек.}$$

Қандай напор бўлганда бу сарф таъминланишини аниқлаймиз. Иккала (параллел) қувурларда напор йўқолиши бир хил. Шундай қилиб, биринчи қувурда $Q_1 = Q_B - Q_m$ сарф деб фараз қилиб, қуйидаги тенгликни ёзиш мумкин,

$$\left(Q_m^2 + Q_m Q_{y.m} + \frac{Q_{y.m}^2}{3} \right) \frac{l_2}{K_2^2} = (Q_B - Q_T)^2 \frac{l_1}{K_1^2},$$

ёки

$$\left(Q_m^2 + Q_m Q_{y.m} + \frac{Q_{y.m}^2}{3} \right) \frac{l_2 K_1^2}{K_2^2 l_1} = Q_B^2 - 2Q_B Q_m + Q_m^2.$$

Сонли қийматларни қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$(Q_m^2 + 23Q_m + 176,3)0,244 = 5625 - 150Q_m + Q_m^2.$$

Тенгламани ечиб, $Q_m = 46,3$ л/сек топамиз. Шундай қилиб, биринчи қувурдаги сарф

$$Q_1 = Q_B - Q_T = 75 - 46,3 = 28,7 \text{ л/сек}.$$

Бундан напор йўқолиши

$$H = \frac{Q_1^2 l_1}{K_1^2} = 28,7^2 \cdot 0,62 \cdot 0,03985 = 20,4 \text{ м}.$$

А идишдаги сув сатҳи катталиги қуйидагича бўлиши керак:

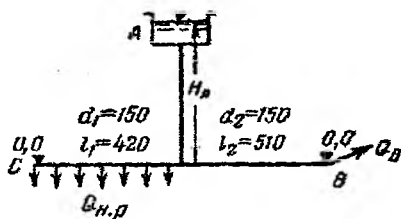
$$H_A = 14,5 + 20,4 = 34,9 \text{ м}.$$

4.15-масқ.

Қувур ўлчамлари 4.18-расмда кўрсатилгандек бўлганда, А напорли идишдаги сув сатҳи катталигини ва Q_B сарфни аниқланг. АС тармоқ узунлиги бўйлаб бир текисда тарқалаётган сарф $Q_{y.m} = 28,0$ л/сек.

Қувурлар ҳолати ўртача.

Агар напор 3 марта оширилса, соҳаларда қандай қувур диаметрларини қабул қилиш мумкин?



4.18 расм.

Жавоб: $H_A = 4,60$ м, $Q_B = 14,6$ л/сек; $d_1 = d_2 = 125$ мм (қолдик напор билан 2,2 м атрофида).

4.16-машқ.

4.1-жадвалда берилган (4.1-жадвал, 25 вариантни ҳисоблаш учун) ҳар хил ҳисоблаш шароитларида A идишдан D идишга сув сарфини икки ҳол учун аниқланг: а) A ва D идишлар орасидаги қувурлар кетма-кет ўрнатилган (4.19, а-расм);

б) Қувурлар параллел уланган (4.19, б-расм).

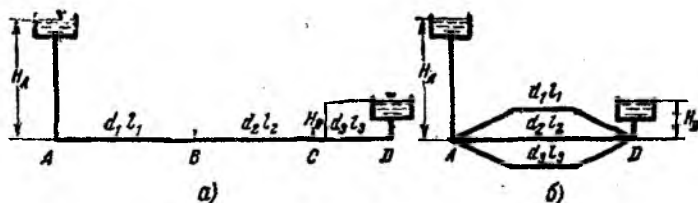
Ечиш №1 вариант ҳисоби.

а) Қувурлар кетма-кет уланганда сарф (4.9) ифодага асосан қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$Q = \sqrt{\frac{H}{\sum \frac{l_i}{K_i^2}}}$$

H напор пьезометрик напорлар фарқига тенг бўлади.

$$H_A - H_D = 11,0 - 3,5 = 7,5 \text{ м.}$$



4.19-расм.

$d_1 = 200 \text{ мм}$, $d_2 = 150 \text{ мм}$ ва $d_3 = 100 \text{ мм}$ диаметрли соҳалар учун $\frac{1000}{K^2} = 0,00861$, $\frac{1000}{K^2} = 0,03985$ ва $\frac{1000}{K^2} = 0,34795$ қийматларга мос V жадвалдан топамиз. (4.9) ифодага қийматларини қўйиб, топамиз (қувур узунлигини километрда ҳисоблаб).

$$Q = \sqrt{\frac{7,5}{0,11 \cdot 0,00861 + 0,06 \cdot 0,03985 + 0,09 \cdot 0,34795}} = 14,7 \text{ л/сек.}$$

Қувурлар соҳаларидаги ўртача тезлик (ω юзани V жадвалдан топамиз).

$$v_1 = \frac{Q}{\omega_1} = \frac{14,7}{31,416} = 0,47 \text{ м/сек};$$

$$v_2 = \frac{Q}{\omega_2} = \frac{14,7}{17,671} = 0,83 \text{ м/сек};$$

$$v_3 = \frac{Q}{\omega_3} = \frac{14,7}{7,854} = 1,87 \text{ м/сек.}$$

Топилган тезликларни VII жадвалда кўрсатилган охиригилари билан солиштириб шунини кўрамизки, биринчи ва иккинчи соҳаларда қаршилиқ соҳаси ўғувчан, учинчиси квадрат. Жадвалдан θ_2 тузатишларни топамиз. $v_1 = 0,47$ м/сек тезлик учун $\theta_2 = 1,13$ қиймат ва $v_2 = 0,83$ м/сек тезлик учун $\theta_2 = 1,06$ қиймат.

4.1-жадвал

Кўрсаткичлар		Вариантлар											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Соҳалар диаметрлари, мм	D_1	200	200	250	150	150	200	150	150	200	250	250	250
	D_2	150	125	200	200	125	125	125	125	150	150	125	150
	D_3	100	100	150	125	150	100	150	100	125	100	100	125
Узунликлар, м	l_1	110	120	180	70	160	190	170	210	260	180	240	270
	l_2	60	70	40	40	115	70	110	105	130	130	300	165
	l_3	90	60	110	130	60	80	90	50	140	70	156	75
Напор, м	H_A	11,0	12,8	12,6	11,0	10,8	11,0	9,4	10,0	11,5	12,0	12,5	9,0
	H_D	3,5	4,0	6,0	5,0	4,0	2,0	2,0	3,0	4,0	3,0	4,0	2,5
Жавоблар													
Сарф Q , л/сек	Кетма-кет уланган	14,7	17,3	35,5	20,1	18,0	15,6	25,4	13,8	18,3	17,3	9,3	20,6
	Параллел уланган	160	146	295	199	110	127	104	73,9	118	199	136	155

4.1-жадвалнинг давоми

Кўрсаткичлар		Вариантлар											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Соҳалар диаметрлари, мм	D_1	300	200	300	300	300	250	150	150	200	250	150	125
	D_2	250	100	200	150	200	200	250	100	100	100	125	100
	D_3	150	75	150	125	150	125	200	75	125	125	75	75
Узунликлар, м	l_1	410	320	330	105	180	240	228	370	230	180	135	230
	l_2	315	240	215	130	225	170	160	256	195	160	114	180
	l_3	230	95	165	208	120	160	80	110	140	76	48	210
Напор, м	H_A	13,6	9,2	10,0	13,6	16,0	14,5	20,0	8,6	8,5	10,6	12,0	13,6
	H_D	4,0	3,0	3,5	3,5	6,0	6,5	5,5	4,0	3,0	5,0	6,0	7,0
Жавоблар													
Сарф Q , л/сек	Кетма-кет уланган	30,4	5,6	27,2	19,3	38,0	20,5	37,6	4,03	8,1	9,35	7,9	3,92
	Параллел уланган	293	62	231	376	354	208	370	29,9	80,8	145	65,5	31,2

Изоҳ: Кувурлар яхши ҳолатда. Жавоблар қаршилиқларнинг ўтиш соҳаси учун тузатишларсиз берилган.

Тузатишларни ҳисобга олиб,

$$Q = \sqrt{\frac{7,5}{0,11 \cdot 0,00861 \cdot 1,13 + 0,06 \cdot 0,03985 \cdot 1,06 + 0,0313}} = 14,65 \text{ л/сек.}$$

Амалда тузатишли сарф ўзгариши аҳамиятсиз.

б) Параллел улашда сарф қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$Q = \sum Q_i = \sum \left(K_i \sqrt{\frac{H}{l_i}} \right).$$

В жадвалдан $d_1 = 200 \text{ мм}$, $d_2 = 150 \text{ мм}$, $d_3 = 100 \text{ мм}$ учун мос равишда сарф характеристикаси қийматини $K = 340,8$, $K = 158,4$, $K = 53,61$ топамиз. 4.19, б-расмга мос H_1 напор

$$H_1 = H_A - H_D = 7,5 \text{ м.}$$

Қиймагларни (4.10) ифодага қўйсак:

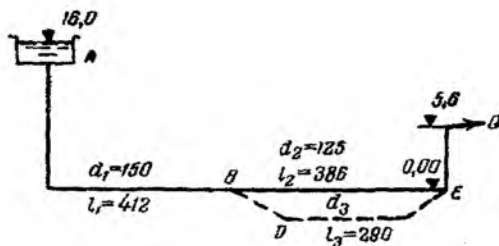
$$Q = 340,8 \sqrt{\frac{7,5}{110}} + 158,4 \sqrt{\frac{7,5}{60}} + 53,61 \sqrt{\frac{7,5}{90}} = 89,0 + 56,0 + 15,5 = 160,5 \text{ л/сек.}$$

Ҳа мма соҳаларда оқимнинг турбулент ҳаракатидаги квадрат қаршилиқ соҳаси мавжуд.

4.17-машқ.

А напорли идишдан Е пунктда $H_E = 5,6 \text{ м}$ баландликда $Q = 18,0 \text{ л/сек}$ сарф бериляпти. Ўлчамлари 4.20-расмда кўрсатилган, кетма-кет уланган АВЕ кувурлар берилган сарф ўтказишни таъминламайди. Ҳисобланган катталиқларда кувурлар системаси берилган сарфни таъминлаши учун параллел уланган ВДЕ қўшимча кувурлардаги d_3 диаметрни аниқланг. Кувурлар ҳолати ўртача.

Жавоб: $d_3 = 100 \text{ мм}$



4.20-расм.

4.18-машқ.

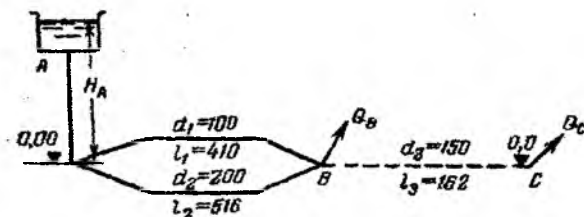
4.21-расмда кўрсатилган иккита параллел уланган қувурлардан A напорли идишдан B пунктга $Q_B = 28,0$ л/сек сарф келаяпти.

Аниқлаш керак:

1) Напорли идишдаги сув сатҳи H_A баландлики ва параллел тармоқлардаги Q_1 ва Q_2 сарфларни;

2) Агар H_A бошланғич напор $1,0$ м га оширилганда BC қўшимча тармоқ охирида олиш мумкин бўлган Q_C сарфни; бунда сарф $Q_B = 28,0$ л/сек доимий бўлиб қолади. Параллел қувурлар ҳолати ўртача. BC тармоқда янги.

Кўрсатма. Q_C сарфни аниқлашда шуни ёдда сақлаш керакки, параллел соҳалардаги сарф ва йўқолиш 1-пунктдан олинган кийматлар билан солиштирилганда ошади.



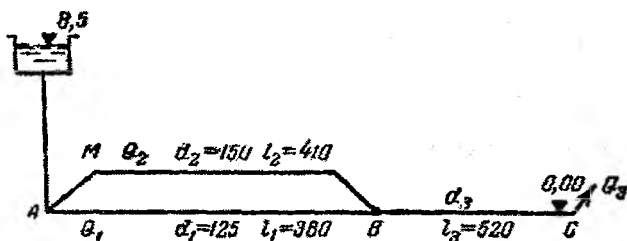
4.21-расм.

Жавоб: 1) $H_A = 2,75$ м, $Q_1 = 4,10$ л/сек, $Q_2 = 23,90$ л/сек;
2) $H_A = 3,75$ м учун $Q_C = 4,35$ л/сек (ха мма холлар учун қаршилик соҳаси ўтувчан).

4.19-машқ.

Қувур 4.22-расмда кўрсатилгандек ўрнатилганда, BC қувурдаги Q_3 сарф ва шу қувур диаметри d_3 аниқлансин. AMB тармоқдаги сарф $Q_2 = 10,5$ л/сек га тенг. Қувурлар ҳолати ўртача.

Жавоб: $Q_3 = 17,2$ л/сек, $d_3 = 150$ мм.



4.22-расм.

4.20-машқ.

Учта кетма-кет уланган қувурлар соҳалари системаси орқали A напорли идишдан истеъмолчига сув етказиляпти (4.23-расм).

AB ва BC соҳаларда сув узлуксиз тарқалиш кўринишида сарфлянапти. CD қувур бўйлаб охиригача Q_D транзит сарф бораёпти. Қувурлар ўлчами, белгилари ва сарфлари расмда кўрсатилган. Қувурлар ҳолати ўртача.

Аниқлаш керак:

1) Охириги D пунктда пьезометрик чизик H_D катталигини.

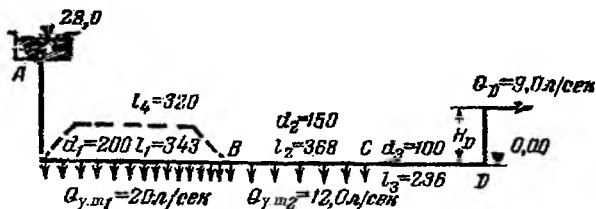
2) D пунктдаги пьезометрик чизик катталиги 1,5 м га кўтарилиши учун ва қўшимча параллел AB қувурга (расмда пунктир чизик билан кўрсатилган) қандай диаметр d олиш талаб қилинади?

Ҳисоблаш: 1) D пунктда пьезометрик чизик баландлиги кетма-кет уланган ўтказгич қувурда қуйидагича:

$$H_D = H_A - \sum h_{ys} = H_A - (h_1 + h_2 + h_3).$$

Транзит сарф бўлганда, AB соҳада h_1 йўқолиш (4.13) ифодадан аниқланади:

$$Q_{y.m_2} + Q_D = 12,0 + 9,0 = 21,0 \text{ л/сек}$$



4.23-расм.

BC соҳадаги h_2 йўқолиш ҳам (4.13) ифодадан аниқланади. Бунда транзит сарф $Q_D = 9,0$ л/сек. Шунингдек,

$$h_2 = (Q_m + 0,55Q_{y.m})^2 l \frac{1000}{K^2} = (9,0 + 0,55 \cdot 12)^2 0,368 \cdot 0,03985 = 3,57 \text{ м.}$$

C пунктдаги пьезометрик чизик баландлиги:

$$H_C = 24,98 - 3,57 = 21,41 \text{ м.}$$

CD соҳадаги йўқолиш (4.7) ифодадан аниқланади:

$$h_3 = Q^2 l \frac{1000}{K^2} = 9,0^2 \cdot 0,236 \cdot 0,34795 = 6,65 \text{ м.}$$

D пунктдаги пьезометрик чизик баландлиги:

$$H_D = 21,41 - 6,65 = 14,76 \text{ м.}$$

Ҳа мма соҳаларда квадрат қаршилик соҳасига эгамиз, шунинг учун ҳисобда θ тузатиш киритмаймиз.

2) Параллел тармокни ўрнатишда AB соҳадаги сарф икки қувур ўртасида тақсимланади ва бу соҳадаги йўқолиш 1,5 м га камайиши керак. B пунктдаги пьезометрик чизик баландлиги қуйидагича бўлиши керак:

$$H_B = 24,98 + 1,5 = 26,48 \text{ м.}$$

BC ва CD қувурларда ҳисобланган сарфлар ва напор йўқолиши ўзгаришсиз қолади.

AB соҳадаги напор йўқолиши $h_1 = H_A - H_B = 28,0 - 26,48 = 1,52$ м га тенг бўлса, d_1 диаметрли соҳадаги транзит сарф Q_m ни қуйидаги ифодадан аниқлаймиз:

$$(Q_m + 0,55Q_{y.m})^2 = \frac{H K^2}{l 1000}.$$

Сонли қийматларни қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$Q_m + 0,55 \cdot 20 = \sqrt{\frac{1,52}{0,343} \cdot 116,15} = 22,6,$$

бундан $Q_m = 11,6$ л/сек.

A идишдан сувнинг тўла сарфи қуйидагини ташкил қилади:

$$Q_A = 20 + 12 + 9 = 41,0 \text{ л/сек.}$$

d_1 диаметрли AB йўлга қуйидаги сарф келади:

$$Q_{y.m} + Q_m = 20,0 + 11,6 = 31,6 \text{ л/сек.}$$

Шунингдек, AB қўшимча тармок сарфи:

$$Q_4 = 41,0 - 31,6 = 9,4 \text{ л/сек.}$$

(4.6) ифодасидан сарф характеристикасини аниқлаймиз.

$$K_4 = Q_4 \sqrt{\frac{l_4}{H_1}} = 9,4 \sqrt{\frac{320}{1,52}} = 136 \text{ л/сек.}$$

В жадвалдан топилган сарф характеристикаси қийматига яқинини топамиз:

$$d = 125 \text{ мм}, \omega = 1,23 \text{ дц}^2 \text{ учун } K = 97,39 \text{ л/сек}$$

ва

$$d = 150 \text{ мм}, \omega = 1,77 \text{ дц}^2 \text{ учун } K = 158,4 \text{ л/сек}.$$

Бундан тезликлар:

$$v' = \frac{9,4}{1,23} = 0,77 \text{ м/сек};$$

$$v'' = \frac{9,4}{1,77} = 0,53 \text{ м/сек}.$$

Пьезометрик чизик ҳисобий катталигини таъминлаш учун топилган диаметрлар билан иккита кетма-кет уланган соҳалардан қўшимча АВ тармоқни тузамиз. Соҳалар узунлигини $h = 1,52 \text{ м}$ берилган напор йўқолиши шартидан аниқлаймиз. Узунлиги x диаметри $d = 125 \text{ мм}$ бўлган соҳада напор йўқолиши қуйидагича бўлади:

$$h' = Q^2 x \frac{1000}{K^2} \theta_2 = 9,4^2 x \cdot 0,10543 \cdot 1,06 = 9,8x.$$

$d = 150 \text{ мм}$ диаметрли қолган қувур узунлигида напор йўқолиши:

$$h'' = Q^2 (l_4 - x) \frac{1000}{K^2} \theta_2 = 9,4^2 (0,32 - x) 0,03985 \cdot 1,13 = 3,98(0,32 - x).$$

$h' + h'' = h = 1,52$ бўлгани учун, $1,52 = 9,8x + 3,98(0,32 - x)$ тенгликдан $x = 0,043 \text{ км} = 43 \text{ м}$ топамиз.

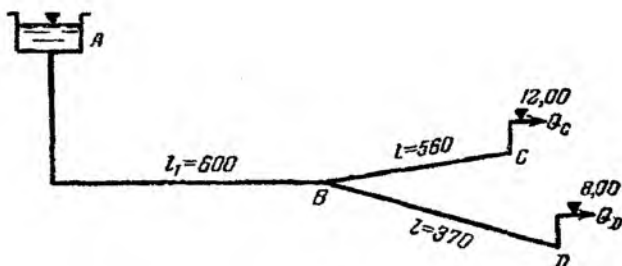
Шунингдек, АВ тармоқ иккита қувурдан тузилган бўлиши керак $d = 125 \text{ мм}$ узунлиги 43 м ва $d = 150 \text{ мм}$, узунлиги 277 м .

Агар АВ қўшимча тармоқнинг бутун узунлиги бўйлаб $d = 150 \text{ м}$ диаметрли қувур қўйилса, АВ соҳадаги йўқолиш $h = 1,52 \text{ м}$ дан кам бўлади. Шунингдек, D пунктдаги пьезометрик чизик баландлиги ҳисобдагидан юқори бўлади.

4.21-масқ.

Напорли идишдан узунлиги $l_1 = 600 \text{ м}$ бўлган магистрал қувур ўтади. В нуктада (4.24-расм) магистрал икки тармоққа ажралади, бири $Q_C = 11,0 \text{ л/сек}$ бўлган C пунктга боради, бошқаси $Q_D = 9,5 \text{ л/сек}$ сарфланадиган D пунктга боради. Қувур соҳалари узунлиги ва пунктлар белгилари расмда кўрсатилган. Қувур соҳалари диаметрларини ва напорли идишдаги сув сатҳи H_A катталигини аниқланг. Қувурдаги тезлик $v \leq 1,2 \text{ м/сек}$ шартни қонуатлантириши керак. Қувурлар ҳолати ўртача.

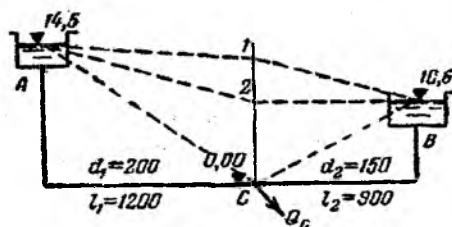
Жавоб: $d_{AB} = 150 \text{ мм}$; $d_{BC} = 125 \text{ мм}$; $d_{BD} = 100 \text{ мм}$; $H_A = 29,7 \text{ м}$.



4.24-расм.

4.22-машқ.

Иккита идиш (резервуар) ACB қувур орқали туташтирилган (4.25-расм). Қувурнинг C нуктасига сув чиқарувчи кран қўшилган.



4.25-расм.

C нуктада $Q_C = 0$ краннинг ёпиқ ҳолатидан $Q_{C \text{ макс}}$ кран тўлиқ очилгунича сув ҳар хил сарфланганда идишдаги (резервуардаги) Q_A ва Q_B сув сарфларини аниқланг. Пьезометрик чизикни қуринг. Идишлардаги сув сатҳи белгилари ва қувурлар ўлчамлари схемада кўрсатилган. Қувурлар ҳолати ўртача.

Ҳисоблаш: Кран ёпиқ бўлганда ($Q_C = 0$) сув A идишдан B идишга напор билан келиб тушади

$$H_A - H_B = 14,5 - 10,6 = 3,9 \text{ м.}$$

Бунда Q_A сарф (4.9) ифода бўйича:

$$Q_A = \sqrt{\frac{H_A - H_B}{l_1 \frac{1000}{K_1^2} + l_2 \frac{1000}{K_2^2}}} = \sqrt{\frac{3,9}{1,2 \cdot 0,00861 + 0,9 \cdot 0,03985}} = 9,20 \text{ л/сек.}$$

Бунда AC соҳадаги тезлик $v = 0,3 \text{ м/сек}$, CD соҳадаги тезлик $v = 0,5 \text{ м/сек}$ бўлади. Оқим турбулент ҳаракатдаги ўтиш соҳаси.

VI жадвалдан $\theta_2 = 1,19$ ва $\theta_2 = 1,14$ тузатишларни топамиз. Тузатишларни ҳисобга олган ҳолда A идишдан сарф қуйидагича:

$$Q_A = \sqrt{\frac{3,9}{1,2 \cdot 0,00861 \cdot 1,19 + 0,9 \cdot 0,03985 \cdot 1,14}} = 8,55 \text{ л/сек.}$$

C нуктадаги пьезометрик чизик баландлиги:

$$H_1 = H_A - Q_A^2 l_1 \frac{1000}{K_1^2} \theta_2 = 14,5 - 8,50^2 \cdot 1,2 \cdot 0,00861 \cdot 1,19 = 13,60 \text{ м.}$$

Кранни катта бўлмаган очишда сув нафақат кран орқали атмосферага, балки B идишга ҳам келиб тушади.

Кран очишнинг кўпайишига қараб, C нуктадаги сарф ортиб боради, AC соҳадаги йўқолиш ўсиб боради ва улар $H_A - H_B$ баландликка эришганда B идишга сув келиши тўхтайди. A идишдан ҳамма сарф C кран орқали боради ва қуйидагига тенг:

$$Q'_A = Q_C = \sqrt{\frac{H_A - H_B}{l_1 \frac{1000}{K_1^2}}} = \sqrt{\frac{3,9}{1,2 \cdot 0,00861}} = 19,4 \text{ л/сек.}$$

Бунда AC қувурдаги тезлик қуйидагича:

$$v = \frac{19,4}{3,14} = 6,20 = 0,62 \text{ м/сек.}$$

Қаршиликлар ўтиш соҳасига тузатиш $\theta_2 = 1,11$ ва якуний сарф:

$$Q'_A = \sqrt{\frac{3,9}{1,2 \cdot 0,00861 \cdot 1,11}} = 18,5 \text{ л/сек.}$$

Бу ҳолда пьезометрик чизик $A-2-B$ бўлади. Кранни кейинги очишларда Q_C ортиб боради, C нуктадаги босим пасаяди ва B идишдан BC қувур орқали Q_B сарф боради.

Кран тўла очилганда C нуктадаги босим атмосфера босимига тенг бўлади ва бунда сарф максимал бўлади:

$$\begin{aligned} Q_{C_{\max}} &= Q_A + Q_B = K_1 \sqrt{\frac{H_1}{l_1}} + K_2 \sqrt{\frac{H_2}{l_2}} = \\ &= 340,8 \sqrt{\frac{14,5}{1200}} + 158,4 \sqrt{\frac{10,6}{900}} = 37,5 + 17,2 = 54,7 \text{ л/сек.} \end{aligned}$$

Икки соҳада ҳам шундай сарф бўлганда қаршилик соҳаси квадратик, шунинг учун θ тузатиш киритмаймиз.

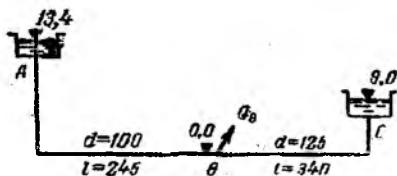
$Q_{C_{\max}}$ бўлганда пьезометрик чизик ҳолати ABC бўлади.

4.23-машқ.

B пунктдаги $Q_B = 9,5$ л/сек сарфлангандаги икки идиш ABC қувур орқали уланган. Таъминлаш тартибини ўрнатинг ва пьезометрик чизикни

куринг. Қувурлар ўлчамлари ва белгилари 4.26-расмда кўрсатилган. Қувурлар ҳолати ўртача.

Жавоб: $Q_A = 7,40$ л/сек, $Q_C = 2,10$ л/сек, $H_B = 8,76$ м.



4.26-расм.

4.24-машқ.

В пунктдаги пьезометрик чизик баландлигини ва $Q_B = 15,0$ л/сек бўлганда Q_A ва Q_C идишдан сарфларни аниқланг. Қувурлар ўлчамлари ва белгилар 4.26-расмда кўрсатилган.

Жавоб: $Q_A = 8,45$ л/сек, $Q_C = 6,55$ л/сек, $H_B = 7,30$ м.

4.25-машқ.

Агар В пунктда $Q_B = 5,0$ л/сек сарфланганда А идишдаги сарфни аниқланг, таъминлаш тартибини ўрнатинг ва 4.26-расмда кўрсатилган схема учун пьезометрик чизик куринг.

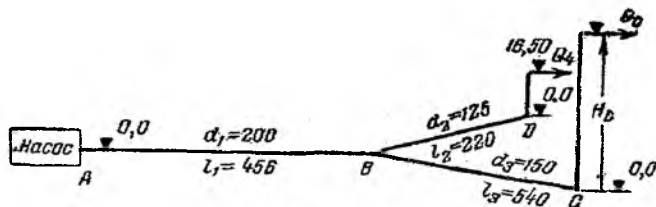
Жавоб: $Q_A = 7,02$ л/сек, $H_B = 9,21$ м.

А идишдан С идишга $Q = 2,02$ л/сек сарф келади.

4.26-машқ.

Насос $p = 2,5$ ат манометрик босим остида $Q = 32,0$ л/сек микдорда D ва C пунктларга сув юбораяпти. Пунктларнинг ҳар бири канча сув қабул қилишини, шунингдек H_C пьезометрик баландликни аниқланг. Қувурлар ўлчамлари ва белгилар 4.27-расмда берилган. Қувурлар ҳолати ўртача.

Жавоб: $Q_D = 13,8$ л/сек; $Q_C = 18,2$ л/сек; $H_B = 13,85$ м.



4.27-расм.

4.27-масх.

Агар B ва C пунктлардаги сув истеъмоли $Q_B = 12,0 \text{ л/сек}$ ва $Q_C = 18,0 \text{ л/сек}$ га мос бўлганда (4.28-расм) схемада кўрсатилган A ва D идишлардаги сув сарфини аниқланг. Пьезометрик чизикни куринг. Қувурлар ҳолати ўртача. Қувурлар ўлчамлари ва идишдаги сув сатхи белгилари схемада келтирилган.

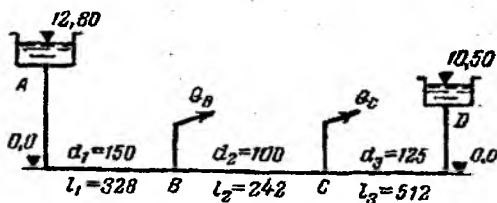
Ҳисоблаш: Берилган схемада B ва C пунктларни тўрт режимда таъминлаш мумкин.

1) Икки пункт ҳам алоҳида яқин жойлашган идишдан сув олади, бунда BC чизик сарфи нолга тенг.

2) Пунктлардан бири тўлалигича яқиндаги идишдан таъминланади, иккинчиси иккала идишдан таъминланади.

3) Икки пункт ҳам битта идишдан таъминланади (берилган баландликда — A идишдан)

4) Бир идишдан нафақат иккала пункт, балки иккинчи идиш ҳам таъминланади.



4.28-расм.

Биринчи ҳолда B ва C нукталардаги H_B ва H_C пьезометрик чизиклар бир хил бўлиши керак.

Бу шартни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$H_A - \frac{Q_B^2 l_1}{K_1^2} = H_D - \frac{Q_C^2 l_3}{K_3^2}$$

Қийматларни қўйсақ,

$$12,8 - \frac{12^2 \cdot 328}{158,4^2} = 10,5 - \frac{18,0^2 \cdot 512}{97,39^2}$$

Аниқ тенгсизликни ҳосил қиламиз, шунингдек бунда биринчи таъминлаш режими бўлмайди.

Иккинчи вариант таъминот режимини курамиз, яъни сарф $Q_B = 12,0$ л/сек тулалигича A идишдан келади, C пункт эса иккала идишдан таъминланади. Бунда A идишдан C пунктга бораётган сарфни x оркали белгилаб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$H_A - \frac{(Q_B + x)^2 l_1}{K_1^2} - \frac{x^2 l_2}{K_2^2} = H_D - \frac{(Q_B - x)^2 l_3}{K_3^2}$$

Қийматларини қўйиб ва $\frac{l}{K^2} = l_{\text{км}} \frac{1000}{K^2}$, деб фараз қилиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$128 - (12 + x)^2 \cdot 0,328 \cdot 0,03985 - x^2 \cdot 0,242 \cdot 0,34795 = 10,50 - (18 - x)^2 \cdot 0,512 \cdot 0,10543$$

Ўзгартиришлардан кейин квадрат тенглама ҳосил қиламиз:

$$0,04326x^2 + 2,254x - 17,918 = 0$$

бунинг ечимидан, $x = 7,0$ л/сек ҳосил бўлади.

Шунингдек, A идишдаги сарф

$$Q_A = 12,0 + 7 = 19,0 \text{ л/сек}$$

D идишдан сарф

$$Q_D = 18 - 7 = 11,0 \text{ л/сек}$$

AB , BC ва CD соҳаларда напор йўқолиши мос равишда қуйидагича бўлади:

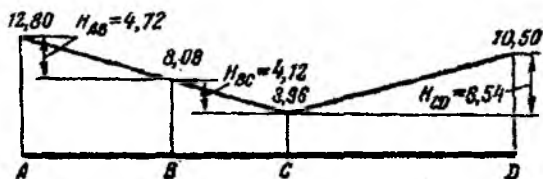
$$H_{AB} = Q_A^2 l_1 \frac{1000}{K_1^2} = 19,0^2 \cdot 0,328 \cdot 0,03985 = 4,72 \text{ м};$$

$$H_{BC} = (Q_A - Q_B)^2 l_2 \frac{1000}{K_2^2} = (19 - 12)^2 \cdot 0,242 \cdot 0,34795 = 4,12 \text{ м};$$

$$H_{CD} = Q_D^2 l_3 \frac{1000}{K_3^2} = 11,0^2 \cdot 0,512 \cdot 0,10543 = 6,54 \text{ м}.$$

Ҳа мма соҳаларда оқимнинг турбулент ҳаракатидаги квадрат каршилиқ соҳаси. Пьезометрик чизиқ 4.29-расмда кўрсатилган.

Кўриниб турибдики, учинчи ва тўртинчи таъминот режими бунда жой ололмайди, чунки биринчи идишдан C пункт қисман таъминланганда ҳам B пунктдаги пьезометрик чизиқ баландлиги D идишдаги баландликдан паст.



4.29-расм.

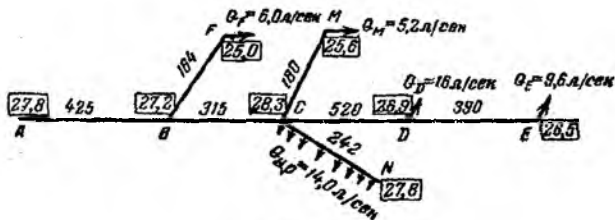
4.28-машқ.

Агар B бўғинда сувоғич йўқ бўлса, яъни $Q_B = 0$ бўлган шароитда (C пунктдаги пьезометрик чизиқ баландлиги $H = 3,96$ м) 4.28-расмда келтирилган схема учун Q_C сарф аниқлансин. Кувурлар ҳолати ўртача.

Жавоб: $Q_C = 20,5$ л/сек.

4.29-машқ.

A пунктда жойлашган напорли бакдан (4.30-расм) сув $ABCDE$ магистрал қувур ва BF , CM ва CN тармоқчалардан тузилган тақсимлагич шаҳобчага келяпти. Магистрал соҳа ва тармоқчалар диаметрларини аниқлаш ва пьезометрик чизикни қуриш талаб қилинади. Сарфлар, соҳалар узунлиги ва қувурлар жойлашиш баландликлари схемада кўрсатилган. Охириги сув олиш пунктларида $8,0$ м дан кам бўлмаган H қолдиқ напор таъминланган бўлиши керак. Қувурлар ҳолати ўртача.



4.30-расм.

Ҳисоблаш: Аввал магистрал соҳаларидаги сарфларни аниқлаймиз ва тавсия қилинган охириги тезликдан келиб чикиб, ҳисобланган сарф бўйича қувурлар диаметрларини топамиз.

VIII жадвалдан яқинроқ катта диаметрлар қийматларини оламиз. Кейин магистрал соҳаларидаги напор йўқолишини аниқлаймиз ва тугунли нуқталардаги пьезометрик чизиқ баландлик белгиларини аниқлаймиз.

Е магистралнинг охирги пунктида қолдиқ напор ҳисобга олинганда пьезометрик чизик баландлиги $26,5 + 8,0 = 34,5$ м бўлади.

Ҳисобни 4.2-жадвалга жойлаштирамиз. 4.2-жадвалда H йўқолиш ν тезликка боғлиқ бўлган VI жадвалдан аниқланган θ_2 тузатиш билан (4.4) ифода бўйича ҳисобланган.

4.2-жадвал

Нукталар	Магистрал сохалари	l , км	Q , л/сек	d , мм	ω , дм^2	ν , м/сек	θ_2	$\frac{1000}{K^2}$	H , м	Пьезометрик чизик баландлиги
Е	ED	0,309	9,6	125	1,23	0,78	1,06	0,10543	4,02	34,50
Д	DC	0,520	25,6	200	3,14	0,82	1,06	0,00861	3,12	38,52
С	CB	0,315	44,8	250	4,91	0,91	1,04	0,00263	1,73	41,64
В	BA	0,425	50,8	250	4,91	1,03	1,00	0,00263	2,88	43,37
А										46,25

ED, DC ва CB сохаларда қаршиликнинг ўтиш соҳасига эга бўламиз, чунки ν тезликнинг сонли қиймати VII жадвалда келтирилган чегаравий қийматдан кичик.

AB соҳада қаршилик соҳаси квадрат ($\theta_2=1$).

Ҳисобдан бошланғич нуктадаги $H_A = 46,25$ м пьезометрик баландлик олинади, яъни А напорли бакдаги сув сатҳи $46,25 - 27,80 = 18,45$ м даги қувур жойлашиш баландлигидан юқори бўлиши керак.

BF, CM, CN тармоқчалар ҳисобига ўтамиз.

Магистрал ҳисобидан кейин тармоқчалардаги H напор йўқолиши маълум (пьезометрик баландлик тармоқча бошида магистралда ҳисобланган, охирида эса қувур баландлиги ва қолдиқ напор билан аниқланади).

Тармоқчанинг гидравлик нишаблиги $I = H/l$ ва берилган ҳисобий

Q сарф бўйича сарф характеристикасини ҳисоблаймиз $K = \frac{Q}{\sqrt{I}}$ ва

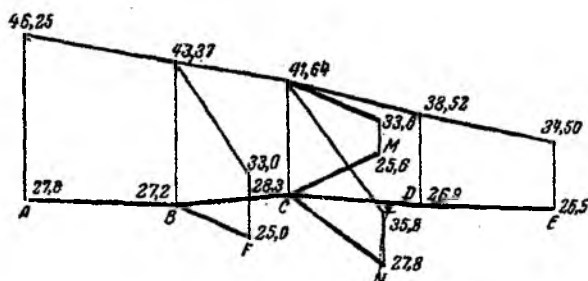
V жадвалдан фойдаланиб, жадвалдаги энг яқин катта K қийматига тўғри келадиган d диаметрни топамиз.

Тармоқчалар ҳисобини 4.3-жадвалда олиб борамиз.

4.3-жадвал

Тармоқчалар	$l, м$	$Q, л/сек$	Пьезометрик чизик баландлиги		$H, м$	$I = \frac{H}{l}$	$\sqrt{I}$	$K, л/сек$	$d, мм$	$\omega, \frac{м^2}{сек}$	$v, м/сек$
			Бошланиш	Охири							
BF	164	6,0	43,37	33,0	10,37	0,0633	0,251	23,9	75	0,44	1,36
CM	180	5,2	41,64	33,6	8,04	0,0445	0,211	24,6	75	0,44	1,18
CN	242	8,1	41,64	35,8	5,84	0,0240	0,155	52,2	100	0,78	1,04

Топилган тезликларнинг VII жадвалда берилгани билан таққослаш шуни кўрсатадики, ҳа мма тармоқчаларда қаршилик соҳаси квадрат, шу сабабли, тузатиш киритиш ҳолати йўқ ва ҳисоб тўғри олиб борилган. Пьезометрик чизик 4.31-расмда кўрсатилган.



4.31-расм.

4.30-машқ.

4.30-расмда кўрсатилган схемадаги сув узатиш, тарқатиш тармоғи соҳалари диаметрларини аниқланг. Бунда, тармоқ сув горизонти баландлиги 42,0 м бўлган А пунктида мавжуд бўлган напорли бакдан таъминланади. Таксимлагич тармоқ охири пунктларида қолдиқ напор $H_{\text{қол}} \geq 8,0 м$. Қувурлар ҳолати ўртача.

Ҳисоблаш:

Сув сатҳи белгиси 42,0 м бўлган напорли бакдан 26,5 + 8,0 = 34,5 м пьезометрик чизик баландлиги охири Е нуқтагача бўлган магистралдаги напор йўқолиши куйидагича бўлади:

$$\sum H = 42,0 - 34,5 = 7,5 м.$$

Магистралдаги ўртача гидравлик нишаблик

$$I_{\text{yp}} = \frac{\sum H}{\sum l} = \frac{7,5}{1650} = 0,00454.$$

Ўртача нишаблик ва магистрал сохаларидаги ҳисобий сарфлар бўйича талабга жавоб берувчи қувурларнинг сарф характеристикасини қуйидаги ифода орқали аниқлаймиз:

$$K_i^2 = \frac{Q_i^2}{I_{\text{yp}}} \text{ ёки } \frac{1000}{K_i^2} = \frac{1000 I_{\text{yp}}}{Q_i^2}$$

Кейин V жадвалдан яқин катта ва кичик $1000/K^2$ қийматини танлаймиз ва иккала жадвалдаги $1000/K^2$ қийматларда ҳар бир соҳада H напор йўқолишини ҳисоблаймиз.

Ҳисобни 4.4-жадвалда олиб борамиз.

4.4-жадвал

Соҳалар	Q , л/сек	Q^2	l , км	$\frac{1000}{K^2} = \frac{4,54}{Q^2}$	Энг яқин катта $\frac{1000}{K^2}$	d , мм	θ_2	H , м	Энг яқин кичик $\frac{1000}{K^2}$	d , мм	θ_2	H , м
AB	50,8	2580	0,425	0,00176	0,00263	250	1,00	2,88	0,00100	300	1,08	1,18
BC	44,8	2007	0,315	0,00226	0,00263	250	1,04	1,73	0,00100	300	1,10	0,69
CD	25,6	656	0,520	0,00693	0,00861	200	1,06	3,12	0,00263	250	1,13	1,01
DE	9,6	92	0,390	0,0494	0,10543	125	1,06	4,00	0,03985	150	1,13	1,62

$$\sum H = 11,73 \text{ м}$$

$$\sum H = 4,50 \text{ м}$$

4.4-жадвалда ҳисобланган кичик диаметрдаги напор йўқолиши йиғиндида ортадиган берилган напорни беради. Катта диаметрларга ҳисобланган напор умумий йўқолишлар ($\sum H = 4,5 \text{ м}$) берилгандан $H = 7,5 \text{ м}$ кичик. Кўриниб турибдики, магистрал сохаларида кичиклари каби катта диаметрдаги қувурлар ҳам қўйиш керак.

Магистралдаги напор йўқолиши йиғиндиси берилган напорга энг яқин тўғри келадиган, кўпроқ мос келадиган вариантни танлаш учун катта ва кичик диаметрдаги ҳар хил қувурлар комбинациясини тузамиз.

Ҳисоб 4.5-жадвалга киритилган.

Вариант №	Соҳалар диаметрлари				Соҳалардаги напор йўқолиши				
	AB	BC	CD	DE	AB	BC	CD	DE	ΣH
1	300	300	250	150	1,18	0,69	1,01	1,62	4,50
2	300	300	250	125	1,18	0,69	1,01	4,00	6,88
3	300	300	200	150	1,18	0,69	3,12	1,62	6,61
4	300	300	200	125	1,18	0,69	3,12	4,00	8,99
5	300	250	250	150	1,18	1,73	1,01	1,62	5,54
6	300	250	250	125	1,18	1,73	1,01	4,00	7,92
7	300	250	200	150	1,18	1,73	3,12	1,62	7,65
8	300	250	200	125	1,18	1,73	3,12	4,00	10,03
9	250	300	250	150	2,88	0,69	1,01	1,62	6,20
10	250	300	250	125	2,88	0,69	1,01	4,00	8,58
11	250	300	200	150	2,88	0,69	3,12	1,62	8,31
12	250	300	200	125	2,88	0,69	3,12	4,00	10,69
13	250	250	250	150	2,88	1,73	1,01	1,62	7,24
14	250	250	250	125	2,88	1,73	1,01	4,00	9,62
15	280	250	200	150	2,88	1,73	3,12	1,62	9,35
16	250	250	200	125	2,88	1,73	3,12	4,00	11,73

Мумкин бўлган 1, 2, 3, 5, 9, 13-вариантлардан биз тўхталиб ўтадиган 13-вариантда берилган напор кўпроқ тўлиқ ишлатилади. Тармоқчалар ҳисобини 4.83-машқдагидек 13-вариант бўйича соҳаларда йўқолишлар билан тўғри келган магистралдаги пьезометрик чизик баландлик белгиларини тақрибан ҳисоблаймиз.

$$H_A = 42,0\text{м}, H_B = 42,0 - 2,88 = 39,12\text{м}, H_C = 39,12 - 1,73 = 37,39\text{м},$$

$$H_D = 37,39 - 1,01 = 36,38\text{м}, H_E = 36,38 - 1,62 = 34,76\text{м}.$$

Тармоқчалар ҳисоби 4.6-жадвалга киритилган. Қабул қилинган $d=100\text{мм}$ диаметр $K=53,61\text{л/сек}$ сарф характеристикасига эга, бу BF ва CM соҳаларда ҳисоб бўйича талаб қилинган K миқдорини сезиларли оширади, шунинг учун охириги F ва M пунктларда қолдиқ напор ҳисобий миқдордан анча катта, қолдиқ напор узлуксиз тарқалиш участкаси тугаш қисмида ҳисобдагидан бир қанча паст бўлади, чунки $d=125\text{мм}$ диаметр $K=97,39\text{л/сек}$ сарф характеристикасига эга, ҳисоб бўйича эса $K=100,0\text{л/сек}$ талаб қилинади.

Тармок- чалар	$l, м$	$Q_{жс},$ л/сек	Пьезометрик чизик баландлик белгилари		$H, м$	$i = \frac{H}{l}$	$\sqrt{l}$	$K,$ л/сек	Якин кагга $d,$ мм
			боши	охири					
<i>EF</i>	164	6,0	39,12	33,00	6,12	0,0373	0,1930	31,0	100
<i>CM</i>	180	5,2	37,39	33,60	3,79	0,0210	0,1450	35,8	100
<i>CN</i>	242	$\frac{14}{\sqrt{3}} = 8,1$	37,39	35,80	1,59	0,0066	0,0810	100,0	125

4.31-машқ.

Таксимлагич сув узатувчи тармок учун *ABCDE* магистрал соҳалари ва *BF*, *CM*, *DN* тармокчалар диаметрларини аниқланг ва пьезометрик чизикни куринг. Сув тармокқа ундаги пьезометрик баландликни аниқлаш керак бўлган *A* пунктда жойлашган напорли бакдан келяпти.

Схемада сарф литр таксим секундда, соҳалар узунлиги метрларда ва қувурларнинг ўрнатилиш баландлиги метрларда кўрсатилган. Охириги пунктда 6,0 м дан кам бўлмаган *H* қолдиқ напор таъминланиши керак. Қувурлар холати ўртача.

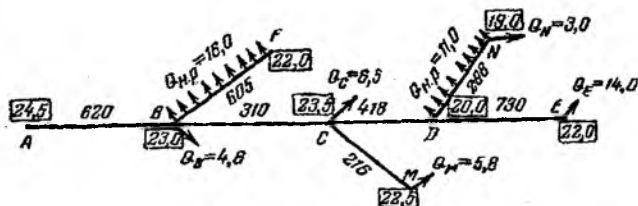
Жавоб:

Нукталар	Соҳалар	Диаметр, d мм	Пьезометрик чизик баландлик белгилари
<i>A</i>			40,83
	<i>AB</i>	300	
<i>B</i>			38,42
	<i>BC</i>	250	
<i>C</i>			37,02
	<i>CD</i>	200	
<i>D</i>			34,05
	<i>DE</i>	150	
<i>E</i>			28,00
	<i>BF</i>	125	
	<i>CM</i>	100	
	<i>DN</i>	100	

4.32-машқ.

4.32-расмда кўрсатилган сув узатувчи таксимлагич тармок *A* пунктида 48,50 м сув горизонтига эга напорли бак жойлашган. *ABCDE* магистрал соҳаларидаги ва *BF*, *CM*, *DN* тармокчалардаги қувурлар диаметрларини аниқланг, шунингдек, сарфлар литр таксим секундда, қувурлар жойланиши метрда, соҳалар узунлиги метрда кўрсатилган. Берилган схемадаги шартлар бўйича пьезометрик чизикни куринг.

Қуворлар ҳолати ўртача. Охириги пунктда 5,0 м қолдиқ напор таъминлансин.



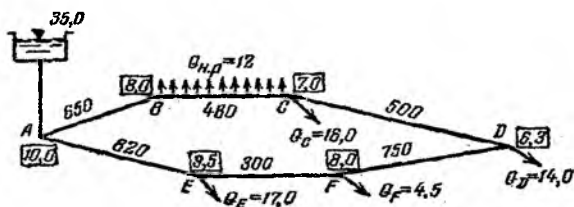
4.32-расм.

Жавоб:

Нукталар	Сохалар	Диаметр, d , мм	Пьезометрик чизик баландлик белгилари
A			48,50
B	AB	250	42,46
C	BC	200	38,13
D	CD	200	35,20
E	DE	150	29,15
	BF	125	
	CM	100	
	DN	100	

4.33-машқ.

4.33-расмдаги схемада кўрсатилган берк сув узатувчи тармоқ соҳасида қуворлар диаметрини аниқланг. Бошланғич A пунктдаги напор $H = 35,0$ м.



4.33-расм.

Сув олиш пунктида $H_{\text{қол}} \geq 6,0$ м қолдик напор таъминланиши керак. Кувурлар ҳолати ўртача. Схемада сарфлар литр тақсим секундда, кувур соҳаларининг узунлиги метрда, кувурларнинг ўрнатилиш баландликлари метрларда кўрсатилган.

Ҳисоблаш: Шартли равишда тармоқни D нуктада узиб қўямиз ва $ABCD$ ва $AEFD$ йўллар бўйича алоҳида соҳалар диаметрларини икки берк магистраллар каби аниқлаймиз.

$Q = 14,0$ м/сек сарфни CD чизик бўйича $4,0$ л/сек миқдорда, FD чизик бўйича $10,0$ л/сек миқдорда, ҳар икки магистрал бўйича A нуктадан тахминан сарфни тенг тақсимланишидан келиб чикиб юборамиз. $H_{\text{қол}} = 6,0$ м қолдик напорни ҳисобга олган ҳолда пьезометрик чизикни $H_D = 12,3$ м охири, $H_A = 35,0$ м бошланғич баландлик деб ҳисоблаб, $ABCD$ чизикни ҳисоблаймиз.

Напор йўқолиши $H = 35,0 - 12,3 = 22,7$ м. Ўртача гидравлик нишаблик

$$I_{\text{ур}} = \frac{H}{l} = \frac{22,7}{650 + 480 + 500} = 0,0139.$$

$ABCD$ магистрал соҳасидаги диаметрларни аниқлаш учун 4.7-жадвални тузамиз.

4.7-жадвалда BC соҳадаги ҳисобий сарф қуйидаги ифода орқали аниқланган.

$$Q_{\text{ҳис}} = Q_m + 0,55Q_{\text{н.р.}}$$

H напор (4.7) ифодадан ҳисобланган.

$$H = Q^2 l \frac{1000}{K^2}.$$

4.7-жадвалдан кўриниб турибдики, AB соҳадаги $d = 150$ мм диаметр тўғри келмайди, чунки бунда $ABCD$ чизикда йўқотиш $H = 22,7$ м ҳисобий напорни оширади. Кўриниб турибдики, ҳисобий напордан фойдаланишдаги мақсадга мувофиқ (рационал) вариант $d_{AB} = 200$ мм, $d_{BC} = 150$ мм, $d_{AB} = 200$ мм, $d_{CD} = 100$ мм бўлади.

Бу вариантда умумий йўқолишлар

$$H = 5,73 + 13,50 + 3,17 = 22,40 \text{ м}$$

Мумкин бўлган вариантда қолган ҳолда $d_{AB} = 200$ мм, $d_{BC} = 200$ мм ва $d_{CD} = 75$ мм йўқотишлар йиғиндиси $H = 21,8$ м, яъни олдинги вариантдагидан кўра берилган напордан кўпроқ фарқ қилади.

Пьезометрик чизик баландлиги:

$$H_A = 35,0 \text{ м}, H_B = 35,0 - 5,73 = 29,27 \text{ м}$$

$$H_C = 29,27 - 13,50 = 15,77 \text{ м}, H_D = 15,77 - 3,17 = 12,60 \text{ м}$$

D нуктадаги қолдик напор $12,6 - 6,3 = 6,3$ м, яъни $H_{\text{қол}} \geq 6,0$ м ҳисобий шарт бажарилди, $AEFD$ чизикдаги гидравлик нишаблик

$$I_{\text{yp}} = \frac{H}{l} = \frac{22,70}{820 + 300 + 750} = 0,01214$$

AEFD чизикда диаметрларни аниқлаш учун 4.8-жадвални тузамиз.

Магистрал соҳаларида катта ва кичик диаметрларни улашни ҳамма мумкин бўлган комбинациялардаги умумий йўқолишларни ўрнига қўйиш ва ҳисоблашга эҳтиёж йўқ (4.30-машқдаги каби). Ушбу ҳолда 4.8-жадвалдан кўриниб турибдики, ҳисобий напордан фойдаланишдаги мақсадга мувофиқ вариант магистралдаги қуйидаги диаметрли қувур:

$$d_{AE} = 200 \text{ мм}, d_{EF} = 125 \text{ мм} \text{ ва } d_{FD} = 125 \text{ мм}$$

Бу вариантда умумий йўқотиш:

$$H = 7,00 + 6,65 + 8,40 = 22,05 \text{ м}$$

Пьезометрик чизик баландлиги:

$$H_A = 35,0 \text{ м}, H_E = 35,0 - 7,0 = 28,0 \text{ м}$$

$$H_F = 28,00 - 6,65 = 21,35 \text{ м}, H_D = 21,35 - 8,40 = 12,95 \text{ м}$$

D нуктадаги қолдиқ напор $13,5 - 6,3 = 6,75$, яъни

$$H_{\text{қол}} \geq 6,0 \text{ м} \text{ ҳисобий шарт бажарилди.}$$

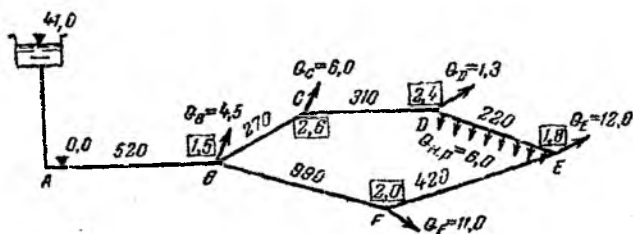
ABCD ва *AEFD* чизиклардаги қолдиқ напорнинг тўғри келмаслигини ҳисобга олмаслик мумкин ($6,75 - 6,63 = 0,12 \text{ м}$) ва бунга $Q = 14,0 \text{ л/сек}$ сарф *CD* ва *FD* чизик бўйича 4:10 шартли қабул қилингандан бошқача боғланишда кетади.

4.34-машқ.

Сув узатиш тармоғи соҳаларидаги қувурлар диаметрини ва схемада (4.34-расм) берилган сарфлар (л/сек) соҳалар узунликлари бўлгандаги *BCDEF* тугунли нукталардаги пьезометрик чизик баландлик белгиларини аниқланг. Напорли бақдаги сув сатҳи баландлиги $41,0 \text{ м}$. Қувурлар ҳолати ўртача. Ҳамма сув олиш пунктларида $H_{\text{қол}} \geq 7,0 \text{ м}$ қолдиқ напор таъминланиши керак.

Кўрсатма.

E нуктада тармок узилган. Q_E сарф *DE* чизик бўйича $- 9,0 \text{ л/сек}$, *FE* чизик бўйича $- 3,0 \text{ л/сек}$, тақсимланган.



4.34-расм.

Жавоб:

Соҳалар	AB	BC	CD	DE	BF	FE
d , мм	250	125	125	125	125	75
туғуни нукталар	A	B	C	D	E	F
пъезометрик чизик						
баландлиги белгилари ...	41,00	38,61	24,46	15,74	12	18,21

4.35-машк.

Насос станциясидан напорли идишгача қувур $l = 430$ м узунликка эга. Қувур сарфи $Q = 68,0$ л/сек. Қуйидаги шартлар бажарилганда қувурнинг иқтисодий фойдали d диаметрини аниқланг. 1 м қувурнинг нархи 40 сўм. Қувурлар чўян, ўртача. Йиллик капитал харажатларни қоплаш қисми ўтказгич қувурларда $p = 0,08$ (яъни қувурнинг ишлаш муддати 12,5 йил).

1 кет·с энергия нархи 2 тийин. Насос станция суткасига 20 соат, йилига 350 кун ишлайди. Насос мосламасининг $\eta_{н.к} = 0,75$ фойдали иш коэффициенти.

Ҳисоблаш: иқтисодий фойдали диаметрни аниқлаш учун қувур эксплуатацияси ва қурилиши бўйича S_1 йиллик сарф харажат нархи ва қувурда қаршилиқни енгилшга насосдан сарфланган S_2 энергиянинг йиллик баҳосини бир қатор қувурлар диаметрлари учун ҳисоблаш керак.

Энг кам нарх $S = S_1 + S_2$ иқтисодий ўта фойдали диаметрни аниқлайди.

Қувурдаги напор йўқолишини қуйидаги ифодадан аниқлаймиз:

$$H = Q^2 l \frac{1000}{K^2} \theta_2$$

Йўқолишга сарфланадиган, насос станцияси қуввати қуйидагича бўлади:

кувурларнинг ўрнатиш баландликлари метрларда берилган (4.35-расм). А напорли бак сув горизонти баландлиги 38,0 м. Охирги нукталарда напор $H_{\text{нол}} \geq 3,0$ м бўлиши керак. Кувурлар ҳолати ўртача.

4.9-жадвал

$d, \text{мм}$	$\omega, \text{дм}^2$	$v, \text{м/сек}$	$\frac{1000}{K^2}$	θ_2	$H, \text{м}$	$N, \text{квт}$	$S_1, \text{сум}$
1	2	3	4	5	6	7	8
300	7,07	0,96	0,001	1,03	2,05	1,820	255
350	9,62	0,71	0,000443	1,08	0,95	0,845	118
400	12,6	0,54	0,000218	1,12	0,49	0,435	61
450	15,9	0,43	0,000117	1,17	0,27	0,240	34

4.9-жадвалнинг давоми

Оғирлик (1 м кувур), Т	Оғирлик $G, \text{Т}$	$S_2, \text{сум}$	$S_1 + S_2,$ сум	Доимий катталиклар
9	10	11	12	13
0,097	41,7	134	389	$Q^2 l = 68^2 \cdot 0,43 = 1990$
0,116	50,0	160	278	$\frac{\gamma Q H}{102 \eta_{\text{н.к}}} = \frac{1 \cdot 68 \cdot H}{102 \cdot 0,75} = 0,89 H$
0,142	61,0	195	256	$t = 20 \cdot 350 = 7000 \text{ соат}$
0,171	73,5	235	269	$s = 0,02 \text{ сум}, s' = 40 \text{ сум}, t_s = 140 \text{ сум}$

Курсатма. Тармоқ D нуктада узилган. Q_D сарф ABCD йўл бўйича 10 л/сек, AFED йўл бўйича – 7,0 л/сек тақсимланган, $Q_{y,y} = 16$ л/сек сарф AFC бўйича йўналган.

Жавоб:

Соҳалар	AB	BC	CD	DE	EF	AF	FC
Диаметрлар, мм	250	200	150	125	150	200	150
Нукталар	A	B	C	D	E	F	-
Пьезометрик чизик баландлиги, м ...	28,0	35,5	30,89	18,8	22,58	29,64	-

4.38-машқ

Насос станцияси сув омборидан босимли сув минорасига сув юбораяпти. Босимли сув минорасидан сув тармоққа келяпти (4.36-расм). Сўрувчи кувурни, кўтарувчи кувурни, тақсимловчи тармоқ ва насос мосламаси кувватини қуйидаги шартлар бажарилганда ҳисобланг:

1) Кувурлар соҳалари узунлиги ва уларни ўрнатилиш баландликлари схемада берилган (4.36, б-расм), кувурлар ҳолати ўртача.

2) Таксимловчи тармоқнинг охириги нукталардаги колдик напор $H_{кол} \geq 8,0$ м.

3) Қувурларни ётқизиш улаш, қуриш, йиғиш қўтарувчи қувурларни ётқизиш, улаш ишлари билан бирга, 1 т қувурнинг баҳоси $s' = 30$ сум.

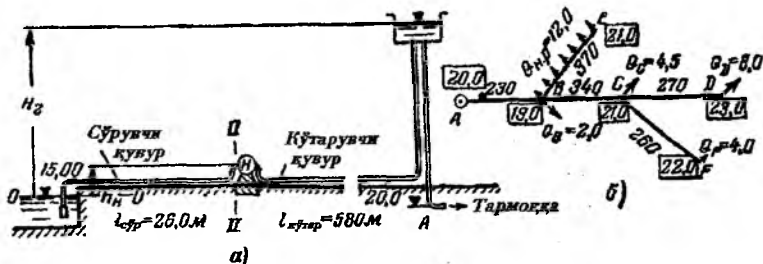
4) 1 квт·с энергия баҳоси: $s = 2,5$ тийин.

5) Насоснинг ишлаш давомийлиги йилига 350 кун, суткасига 20 соат.

6) Насос мосламасининг фойдали иш коэффициенти $\eta = 0,85$.

7) Насос вакууми $h_{вак} = 6,0$ м.

Сув тақсимлаш тармоғи



4.36-расм.

Ҳисоблаш: Сўрувчи қувур ҳисоби.

Сўрувчи қувурда тезликни $v = 0,7 \div 0,9$ м/сек деб қабул қилиш тавсия этилади. Насос сарфини тақсимловчи тармоқ йиғинди сарфига тенг деб оламиз $\sum Q_i = 12,0 + 4,5 + 8,0 + 4,0 + 2,0 = 30,5$ л/сек.

Сўрувчи қувур диаметрини қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{Q}{v}; d = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{v \pi}} = \sqrt{\frac{30,5 \cdot 4}{8 \cdot 3,14}} = 2,2 \text{ дм} = 220 \text{ мм}$$

Энг яқин катта стандарт диаметр қабул қиламиз $d = 250$ мм, $\omega = 49,1$ дм². Бунда сўрувчи қувурдаги тезлик қуйидагича бўлади:

$$v_{суп} = \frac{Q}{\omega} = \frac{30,5}{49,1} = 6,2 \text{ дм/сек} = 0,62 \text{ м/сек}.$$

Насос мосламаси h_n баландлигини аниқлаш учун сув омборидаги сув стхидан 00 такқослаш текислиги олиб, I-I қирким учун сув кесими бўйича ва насосга кириш олдидаги қувурда II-II қирким учун Бернулли тенламасини тузамиз (I-I қирким билан мос келади).

Бернулли тенламаси

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

берилган шартлар учун қуйидагича ёзлади:

$$0 + \frac{P_{ат}}{\gamma} + 0 = h_n + \frac{P_n}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_{суп}^2}{2g} + \sum h_k,$$

бунда p_n – насос олдидаги сўрувчи кувурдаги босим;

$v_{с.к.}$ – сўрувчи кувурдаги тезлик.

4.10-жадвал

$d, \text{мм}$	$\omega, \text{дм}^2$	$v, \text{м/сек}$	$\frac{1000}{R^2}$	θ_2	$H, \text{м}$	$N, \text{квт}$	$S_1, \text{сум}$
1	2	3	4	5	6	7	8
250	4,91	0,62	0,00263	1,10	1,56	0,55	96
300	7,01	0,44	0,00100	1,17	0,63	0,22	38
350	9,62	0,32	0,000443	1,19	0,29	0,10	17

4.10-жадвалнинг давоми

Оғирлик (1м кувур), T	Оғирлик G, T	$S_2, \text{сум}$	$S_1 + S_2$ сум	Донимий катталиклар
9	10	11	12	13
75	43,5	98,0	194	$Q^2 l = 30,5^2 \cdot 0,58 = 540$ $N = \frac{\gamma Q H}{102 \eta_{м.к.}} = \frac{1 \cdot 3075 \cdot H}{102 \cdot 0,85} = 0,352 H$ $t = 20 \cdot 350 = 7000 \text{ч}$
97	56,2	126,0	164	
116	67,2	151,0	168	

Схемага тўғри келган холда сўрувчи кувурда йўқолиш сеткали киришда, учта айланишда ва кувур узунлигида бўлади.

Қайтма клапанли тўр учун йўқолиш коэффициенти қиймагларидан фойдаланиб, $\zeta_{тур} = 10$, $\zeta_{ен} = 0,294$ ($r/R = 0,5$ бўлганда) ва тахминан

$$\lambda = 0,025, \zeta_{я} = \lambda \frac{l}{d} = 0,025 \frac{26}{0,25} = 2,6 \text{ аниқлаймиз.}$$

$\frac{P_{ат} - P_n}{\gamma}$ фарк – атмосфера босимига етмаган микдорн кўрсатади

ёки $h_{атм.}$

$\alpha_2 = 1$ деб олиб ва йўқолишни кўрсатиб

$$\sum h_{к.у} = \sum \zeta \frac{v_{суп}^2}{2g}$$

тенгламани куйидаги кўринишда ёзамиз:

$$h_{\text{бок}} = h_n + \frac{v_{\text{ср}}^2}{2g} (1 + \sum \zeta)$$

ёки

$$6,0 = h_n + \frac{0,62^2}{19,62} (1 + 10 + 3 \cdot 0,294 + 2,6) = h_n + 0,28,$$

бундан $h_n = 5,72 \text{ м}$.

Босимли чизикнинг ҳисоби, яъни қувурнинг иқтисодий ўта фойдали диаметрини аниқлаймиз, қувурга йиллик энг кам ҳаражат шартларидан ва қувурдаги напор йўқолишини енгилшга сарфланадиган энергияни ҳисоблаймиз (4.35-машқда келтирилган ҳисобга аналог тарзда бажарилади).

Ҳисобни 4.10-жадвалда олиб борамиз. Иқтисодий ўта фойдали деб $d = 300 \text{ мм}$ диаметр қабул қиламиз.

Таксимловчи тармоқ ҳисоби. Аввал соҳалар диаметрларини (VIII жадвал) тавсия қилинган тезликлар бўйича, кейин $23,0 + 8,0 = 31,0 \text{ м}$ пьезометрик чизик баландлигини охириги D нуктада фараз қилиб, магистрал тугунли нуктаси пьезометрик чизик баландлигини аниқлаймиз.

Ҳисоб 4.11-жадвалда бажарилади.

4.11-жадвал

Нукталар	Соҳалар	$l, \text{ км}$	$Q, \text{ л/сек}$	$d, \text{ мм}$	$\omega, \text{ дм}^2$	$v, \text{ м/сек}$	θ_1	$\frac{1000}{K^2}$	$H, \text{ м}$	Пьезометрик чизик баландлиги
A	AB	0,23	30,5	200	3,14	0,97	1,0	0,00861	1,84	35,73
B	BC	0,34	16,5	200	3,14	0,53	1,13	0,00861	0,90	33,89
C	CD	0,27	8,0	125	1,23	0,65	1,095	0,10543	1,99	32,99
D										31,0

BE ва CF тармоқчалардаги диаметрларни аниқлашни жадвал кўринишида олиб борамиз (4.12-жадвал).

Насос мосламаси қуввати (4.25) ифода орқали аниқланади, бунда H – йиғинди геометрик напор $H_{\text{сўр}}$ ва $H_{\text{қутар}}$ сўрувчи ва қўтарувчи қувурдаги қаршилик напори:

$$H = H_a + H_{\text{сўр}} + H_{\text{б.ч}} = (35,73 - 15,0) + 0,28 + 0,63 = 21,64 \text{ м}$$

Қийматларни (4.25) ифодага қуйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз.

$$N = \frac{1 \cdot 30,5 \cdot 21,64}{102 \cdot 0,85} = 7,62 \text{ квт}$$

4.12-жадвал

Тармоқ-чагар	$l, \text{ м}$	$Q, \text{ л/сек}$	Пьезометрик сатх		$H, \text{ м}$	$I = \frac{H}{l}$	$K = \frac{Q}{\sqrt{I}}$	$d, \text{ мм}$
			Боши	Охири				
BE	370	$\frac{12}{\sqrt{3}} = 6,95$	33,89	29,0	4,89	0,0132	60,5	125
CF	260	4,0	32,99	30,0	2,99	0,0115	37,4	100

Гидравлик зарба

4.13-жадвал

Материал	Ўпишқоклик модули		Кувур материали ва сув ўпишқоклик модулининг муносабати
	кг/м^2	кН/м^2	
Сув	$2,07 \cdot 10^8$	$2,03 \cdot 10^6$	1
Нефт, минерал ёғ	$1,35 \cdot 10^8$	$1,324 \cdot 10^6$	-
Керосин	$1,40 \cdot 10^8$	$1,37 \cdot 10^6$	-
Симоб	$3,30 \cdot 10^9$	$3,24 \cdot 10^7$	-
Қўроғшин кувурлар	$5,0 \cdot 10^8 - 2 \cdot 10^7$	$4,9 \cdot 10^6 - 1,96 \cdot 10^5$	0,4-10,0
Ёғоч кувурлар	$1,00 \cdot 10^9$	$9,81 \cdot 10^6$	0,2
Бетон кувурлар	$2,00 \cdot 10^9$	$19,62 \cdot 10^6$	0,1
Чўян кувурлар	$1,00 \cdot 10^{10}$	$9,81 \cdot 10^7$	0,02
Пўлат кувурлар	$2,00 \cdot 10^{10}$	$196 \cdot 10^7$	0,01

4.39-машқ.

Кувурдаги $\Delta p_{\text{макс}}$ босим ортишини ва тўсикни оний ўпишда унинг деворларидаги σ кучланишни аниқланг. Тўсик олдидаги босим ўзгариши ва тўсикдан 500 м ораликда жойлашган 1-1 кесимда графигини, шунингдек, 1-1 кесимдаги v_0 тезлик ўзгариши графигини қулинг.

Кран олдидаги кувурда бошланғич манометрик босим $p_0 = 1,5 \text{ ат}$ ($1,5 \text{ кг/см}^2 = 147 \text{ кН/м}^2$).

Кувурдаги сув сарфи $Q = 145 \text{ л/сек}$.

Диаметри $D = 300 \text{ мм}$, $e = 4 \text{ мм}$.

Узунлиги $l = 850 \text{ м}$.

Кувур пўлатдан $E = 2 \cdot 10^{10} \text{ кг/м}^2 = 196,2 \cdot 10^6 \text{ кН/м}^2$.

Ҳисоблаш: Кранни оний ёпишдаги босим ортишини аниқлаш учун олдиндан ҳисоблаймиз.

$$\rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{1000 \text{ кг/м}^3}{9,81 \text{ м/сек}^2} = 102 \text{ кг} \cdot \text{сек}^2 / \text{м}^4,$$

ёки СИ системасида

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3 = 1000 \text{ Н} \cdot \text{сек}^2 / \text{м}^4 = 1 \text{ кН} \cdot \text{сек}^2 / \text{м}^4.$$

$$v_0 = \frac{Q}{\omega} = \frac{0,145}{\frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4}} = 2,05 \text{ м/сек},$$

(4.22) ифода бўйича, қийматларни қўйиб $\frac{K}{E} = 0,01$ (4.13-жадвал бўйича)

$$c = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{KD}{Ee}}} = \frac{1425}{\sqrt{1 + 0,01 \frac{300}{4}}} = 1077 \text{ м/сек}.$$

Ҳисобланган катталикларни (4.20) ифодага қўйиб, қуйидагиларни ҳосил қиламиз:

$$\Delta p_{\text{макс}} = 102 \cdot 1077 \cdot 2,05 = 225200 \text{ кг/м}^2 = 22,5 \text{ кг/см}^2$$

ёки

$$\Delta p_{\text{макс}} = 1 \cdot 1077 \cdot 2,05 = 2208 \text{ кН/м}^2.$$

Кувур деворларидаги кучланиш

$$\sigma = \frac{P(\text{куч})}{\Omega(\text{юзa})}.$$

1 м кувурга куч ва майдонни ҳисоблаб (4.37 расм), қуйидагини оламиз:

$$P = pDl, \quad p = \Delta p_{\text{макс}} + p_0, \quad \Omega = 2e \cdot l$$



4.37-расм.

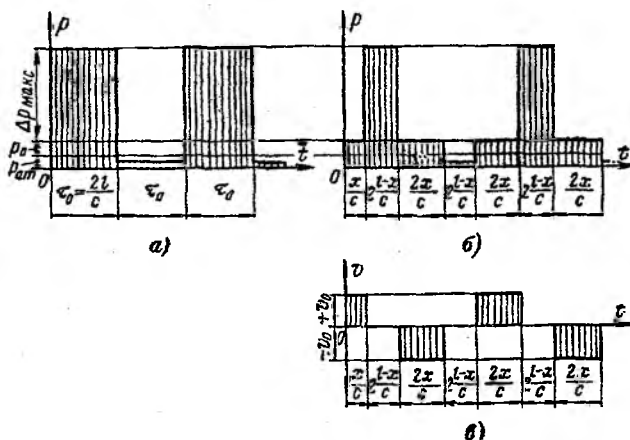
Шунда деворлардаги кучланиш

$$\sigma = \frac{pD}{2e} = \frac{(22,5 + 1,5)0,3}{2 \cdot 0,004} = 900 \text{ кг/см}^2$$

ёки СИ системасида

$$\sigma = \frac{(2208+147)0,3}{2 \cdot 0,004} = 88300 \text{ кН/м}^2.$$

Кран олдидаги босим ўзгариши графиги 4.38, а-расмда кўрсатилган. Минимал босим ($p_0 - \Delta p_{\text{макс}}$) нолга яқин бўлади. 1-1 кесимдаги босим ўзгариши $x = 500 \text{ м}$ бўлганда, 4.38-расмдаги графикда кўрсатилган каби бўлади.



4.38-расм.

1-1 кесимдаги v тезлик ўзгариши графиги 4.38, в-расмда кўрсатилган.

4.39-машқ.

Сув ҳаракатининг бошланғич тезлиги $v_0 = 1,85 \text{ м/сек}$ бўлгандаги, $D = 400 \text{ м}$, $e = 7 \text{ мм}$ диаметрға эга, пўлат қувурда кранни оний ёпишдаги босим ошишини аниқланг. Босим ва крандан идишгача қувур узунлиги $l = 1130 \text{ м}$ бўлгандаги, $\frac{l}{2}$ масофада кесимдаги тезликни графикларини кулинг.

Жавоб: $\Delta p_{\text{макс}} = 2100 \text{ кН/м}^2 = 21,4 \text{ кг/см}^2$

4.41-машқ.

Зарбали тўлқин тарқалиши билан тезликни ва тўсикни оний ёпишдаги ёғоч қувурда $\Delta p_{\text{макс}}$ босим ортишини аниқланг. Диаметри $D = 250 \text{ мм}$, $e = 20 \text{ мм}$, сувнинг ҳаракат тезлиги $v_0 = 0,95 \text{ м/сек}$.

Босим ва $l = 608$ м қувур узунлиги булақдаги тўсиқдан $1/4$ масофадаги кесимда тезликнинг графигини қуринг.

Жавоб: $c = 762 \text{ м/сек}$, $\Delta p_{\text{макс}} = 7268 \text{ кН/м}^2 = 7,4 \text{ кГ/см}^2$.

4.42-машқ.

Қувур бўйлаб напорли идишдан $Q = 32,0$ л/сек микдордаги суюқлик келяпти. Қувур чўян, $D = 200$ мм, $e = 6$ мм. Бошланғич босим $p = 785 \text{ кН/м}^2 = 0,8 \text{ ат}$.

Кранни кескин ёпишда аниқлансин:

а) агар суюқлик — сув бўлганда, қувур деворларидаги σ кучланиш;

б) агар суюқлик — нефт бўлганда ($\gamma = 0,9 \text{ т/м}^3 = 8830 \text{ Н/м}^3$)

босимни $\Delta p_{\text{макс}}$ максимал ортишини.

Жавоб: $\sigma = 20100 \text{ кН/м}^2 = 205 \text{ кГ/см}^2$;

$\Delta p_{\text{макс}} = 924 \text{ кН/м}^2 = 9,42 \text{ кГ/см}^2$

4.43-машқ.

Ёғоч қувурни кескин ёпилган ҳолда унинг деворларидаги σ кучланишни аниқланг. Қувурдаги сувнинг бошланғич ортиқча босими ва бошқа параметрлар қуйидагича қабул қилинсин: $p_0 = 5,8 \text{ кН/см}^2$, $v_0 = 1,15 \text{ м/сек}$, $D = 300$ мм, $e = 25$ мм.

Жавоб: $\sigma = 5680 \text{ кН/м}^2 = 58,0 \text{ кГ/см}^2$.

4.44-машқ.

Сув ҳаракати қандай v_0 бошланғич тезлик бўлганда, қувурда краннинг оний ёпилгандаги босим $p = 147 \text{ Н/см}^2$ бўлишини аниқланг.

$D = 250$ мм, $e = 6$ мм босимли чўян қувур, краннинг ёпилишидан олдинги босим $p_0 = 118 \text{ кН/м}^2$.

Жавоб: $v_0 = 1,29 \text{ м/сек}$.

4.45-машқ.

Қўшимча босимдан чўян қувурларда тўсиқни оний ёпишдаги кучланиш $\sigma = 14700 \text{ кН/м}^2$ дан ошмаслиги учун ундаги деворларнинг e қалинлигини аниқланг. Қувур диаметри $D = 300$ мм. Кран ёпилгунча сув ҳаракати тезлиги $v_0 = 1,50 \text{ м/сек}$.

Жавоб: $e = 19$ мм.

4.46-машқ.

Крандан 580 м масофада жойлашган кесимгача қувурдаги оширилган $\Delta p_{\text{макс}}$ босим тўсикни оний ёпишдан қанча вақтдан кейин тарқалишини аниқланг. Агар диаметр $D=250$ мм, $e=5$ мм, суюқлик сарфи $Q=81,0$ л/сек бўлса, бу босим катталиги қандай аниқланади? Қувур пўлат. Икки шарт учун ечинг: а) суюқлик – сув; б) суюқлик – нефт ($\gamma=8830$ Н/м³).

Жавоб: а) $t=0,50$ сек, $\Delta p_{\text{макс}}=1920$ кН/м² = 19,6 ат;

б) $t=0,56$ сек, $\Delta p_{\text{макс}}=1550$ кН/м² = 15,8 ат

4.47-машқ.

Напорли ҳовуздан тўсикқача узунлиги $l=964$ м, $D=350$ мм, $e=40$ мм, бўлган бетон қувур бўйлаб сув $Q=0,080$ м³/сек микдорда келади. Кран олдида бошланғич ортикча босим $p_0=2$ кг/см² = 19,62 Н/см². Қувур охирида жойлашган тўсикни кескин ёпишдаги p босим қандай бўлади ва қанча t вақтдан кейин бу босим напорли ҳовузгача тарқалади?

Жавоб: $p=1060$ кН/м² = 10,82 ат, $t=0,93$ сек.

4.48-машқ.

$D=300$ мм, $e=4$ мм ва $l=510$ м ўлчамларга эга бўлган пўлат қувур напорли бакдан тўсикқача $Q=85,0$ л/сек сув сарфини ўтказди. Қувурда босимни максимал ортиши тўсикни оний ёпишдагидан уч марта кам бўлиши учун, (тезликни чизикли ўзгаришидаги) қанча T_3 вақтдан кейин тўсикни ёпиш кераклигини аниқланг.

Жавоб: $T_3=2,87$ сек.

4.49-машқ.

Қувур охирида жойлашган тўсикни оний ёпилган ҳолда $D=250$ мм, $e=12$ мм, $l=1680$ м, ўлчамли чўян қувурдаги p максимал босимни аниқланг. Сув ҳаракати бошланғич тезлиги $v_0=0,93$ м/сек, бошланғич босим $p_0=600$ кН/м².

Зарбада босим ортиши $p_1=800$ кН/м² дан ошмаслиги учун чизикли тезлик ўзгаришида қандай T_3 вақт давомида тўсикни ёпиш керак.

Жавоб: $p_1=1720$ кН/м² = 17,5 ат, $T_3 \geq 3,9$ сек.

4.50-машқ.

Тезликни чизикли ўзгаришидаги $T_3=6$ сек вақт ичида тўсикни ёпиш натижасида келиб чиқадиган гидравлик зарба натижасидаги чўян

кувур деворларидаги σ кучланишни аниқланг. Босим $p_0 = 1,8 \text{ ат}$. Кувур диаметри $D = 400 \text{ мм}$, $e = 12 \text{ мм}$, напорли идишдан тўсиккача узунлик $l = 745 \text{ м}$. Сув ҳаракати бошланғич тезлиги $v_0 = 1,28 \text{ м/сек}$.

$$\text{Жавоб: } \sigma = 6640 \text{ кН/м}^2 = 67,5 \text{ кг/см}^2.$$

4.51-машқ.

Напорли ховуздан тўсиккача бўлган пўлат кувур узунлиги $l = 1800 \text{ м}$, диаметри $D = 450 \text{ мм}$, $e = 6 \text{ мм}$. Кувурдаги сув сарфи $Q = 127 \text{ л/сек}$. Тезликни чизикли ўзгаришидаги $T_3 = 8,0 \text{ сек}$ вақт ичида тўсикни аста секин ёпишдаги тўсик олдидаги $\Delta p_{\text{макс}}$ максимал босим ортишини аниқланг. Кран олдида босим ўзгариши графигини қуринг.

$$\text{Жавоб: } \Delta p_{\text{макс}} = 860 \text{ кН/м}^2 = 8,8 \text{ ат}.$$

4.52-машқ.

$D = 300 \text{ мм}$, $e = 8 \text{ мм}$, $l = 470 \text{ м}$ улчамли чўян кувур идишдан тўсиккача $p_0 = 14,7 \text{ Н/см}^2$ босим остида $Q = 95,0 \text{ л/сек}$ сув сарфини ўтказди. Ёпиш бошланишидан (t) неча секунд ўтгандан кейин тўсик олдидаги p босим энг катта бўлишини ва шу босим катталигини аниқланг. Кран $6,0 \text{ сек}$ давомида ёпилади, бунда тезлик чизикли қонун бўйича ўзгаради.

$$\text{Жавоб: } p = 357 \text{ кН/м}^2 = 3,64 \text{ ат}, t = 0,87 \text{ сек}.$$

4.53-машқ.

Сув омборидан ГЭС турбина (сув, буғ, газ кучи билан ишлайдиган двигатель) автоматик бошқарувчи (регулятор)га напорли пўлат кувур узунлиги $l = 1200 \text{ м}$, $D = 600 \text{ мм}$, $e = 11 \text{ мм}$. Напор (сув омборидаги сатҳ баландлиги ва регулятор кесими баландлиги ўртасидаги фарқ) $H = 85 \text{ м}$. Ўртача иш шароитида кувурдаги сарф $Q = 800 \text{ л/сек}$. Кран ёпилиш вақтини T_3 ва $\Delta p_{\text{макс}}$ максимал босим ортиши 40 Н/см^2 дан ошмаслиги шартидан келиб чиқиб, кувур деворларидаги σ кучланиш аниқлансин. Тезлик ўзгариши чизикли қонуни кран ёпилишини таъминлайди.

$$\text{Жавоб: } T_3 \geq 17 \text{ сек}; \sigma = 33700 \text{ кН/м}^2 = 344 \text{ кг/см}^2$$

4.54-машқ.

Агар ёпилиш вақти $T_3 = 10 \text{ сек}$ 4.53-машқ шартлари бўйича бўлганда кувурдаги кран олдида $\Delta p_{\text{макс}}$ максимал босим ортишини аниқланг ва вақт бўйича тезлик ўзгариши қонунияти 4.14-жадвалда берилганлардан аниқланади.

$t, \text{сек}$	0	2	4	6	8	10
$v, \text{м/сек}$	2,83	2,20	1,80	1,10	0,50	0

Ҳисоблаш: Зарбали тўлқин тарқалиш тезлиги (4.22) ифода бўйича

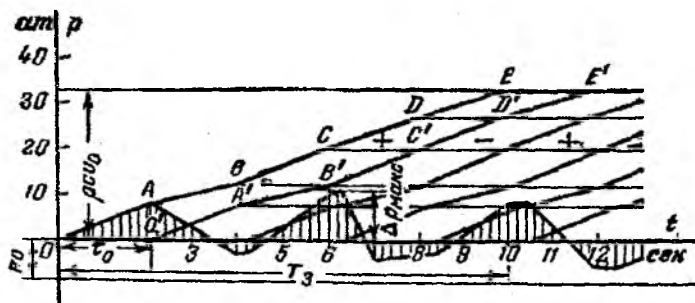
$$c = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{DK}{eE}}} = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{600}{11} \cdot 0,01}} = 1145 \text{ м/сек.}$$

Фазалар узайиши

$$\tau_0 = \frac{2l}{c} = \frac{2 \cdot 1200}{1145} = 2,10 \text{ сек.}$$

$T_3 = 10$ сек ёпилиш вақтидан кам, шунингдек босим камайтирувчи тўлқин кран олдида охиригиси ёпилмасдан олдин келади. Шунинг учун кувурдаги босим ортиши қуйидаги катталikka етиб бормади.

$$\Delta p_{\text{макс}} = \rho c v = 1 \cdot 1145 \cdot 2,83 = 3240 \text{ кН/м}^2 = 33 \text{ кГ/см}^2 = 33 \text{ ат}$$



4.39-расм.

Яъни зарба тўғридан келмайди.

Тўсиқ олдидаги босимни график усулда аниқлаймиз. График қуриш учун босим ортишини ёпиш даврида берилган ораликлар орқали ҳисоблаймиз.

$t_0 = 0$ бўлганда $v_0 = 2,83 \text{ м/сек}$ тезлик ва $\Delta p = 0$. $t_1 = 2,0 \text{ сек}$ бўлганда тезлик $v_1 = 2,20 \text{ м/сек}$ ва

$$\Delta p_1 = \rho(v_0 - v_1) = 1 \cdot 1145(2,83 - 2,20) = 718 \text{ кН/м}^2.$$

Аналогик ҳисоблаб, қуйидаги қийматларни ҳосил қиламиз

$$\Delta p_2 = 1180 \text{ кН/м}^2, \Delta p_3 = 1980 \text{ кН/м}^2, \Delta p_4 = 2670 \text{ кН/м}^2,$$

$$\Delta p_5 = 3240 \text{ кН/м}^2.$$

Δp_i қийматлар бўйича T_3 даврда босим ортиш $OABCDE$ чизигини курамиз (4.39 расм). t_0 фазадан кейин тўсиқ олдида $O'A'B'C'D'E'$ конуни бўйича босим камайтириш тўлқинлари ўсиб боради. Яна бир фазадан кейин ижобий тўлқинлар ортади ва х.к. салбий ва ижобий кесимлар жойлашуви тўсиқ олдида босим ўзгариши йиғинди графигини беради. График бўйича босимнинг энг кўп ортиши $\Delta p'_{\max} = 1080 \text{ кН/м}^2 = 11,0 \text{ ат}$. Ёпилиш бошланишидан 6,5 сек олдин бўлади.

4.55-масқ.

$T_3 = 12 \text{ сек}$ вақт ичида тўсиқни аста-секин ёпиш ҳолида $D = 400 \text{ мм}$, $e = 6 \text{ мм}$, пўлат қувурда тўсиқ олдидаги максимал босимни аниқланг. Бунда тўсиқ олдидаги тезлик вақтга боғлиқ. 4.15-жадвалда берилганларга мувофиқ ўзгаради. Сув омборидан тўсиқкача қувур узунлиги $l = 1650 \text{ м}$. Кран олдида бошланғич босим $p_0 = 600 \text{ кН/м}^2$

4.15-жадвал

$t, \text{сек}$	0	2,5	5,0	7,5	10	12
$v, \text{м/сек}$	1,4	1,2	0,7	0,5	0,2	0

Жавоб: Ёпилиш бошлангандан кейин 11,2 сек ўтиб $p_0 + \Delta p'_{\max} = 1070 \text{ кН/м}^2 = 10,9 \text{ ат}$ бўлади.

V боб. СУЮҚЛИК ОҚИМИНИНГ ОЧИҚ ЎЗАНЛАРДАГИ ТЕКИС ҲАРАКАТИ

Маълумки, оқимнинг текис барқарор ҳаракатида $h = const$, $Q = const$, $v = const$ шарт бажарилади, яъни узунлик бўйлаб сув оқимининг сарфи, ўртача тезлиги ва чуқурлиги ўзгармасдан амалга ошадиган ҳаракати текис барқарор ҳаракат дейилади.

Ўзанлардаги оқим ҳаракати текис барқарор бўлиши учун қуйидаги шартлар бажарилиши керак:

- а) ўзаннынг қўндаланг кесими узунлик бўйлаб ўзгармас бўлиши, яъни призматик кўринишда бўлиши;
- б) ўзан деворлари ғадир-будурлиги ($n = const$) ўзгармас бўлиши;
- в) маҳаллий напор йўқолиши ўзан узунлиги бўйлаб мавжуд бўлмаслиги;
- г) сарф ва чуқурлик ўзгармас бўлиши, яъни ($Q = const$), ($h = const$);
- д) $i = J = J_e$, яъни ўзан туби нишаблиги, пьезометрик ва гидравлик напор чизиклари ўзаро параллел бўлиши керак.

Амалиётда, асосан каналларда оқимнинг турбулент ҳаракати мавжуд бўлиб, текис барқарор ҳаракатдаги квадрат қаршиликлар соҳасида амалга ошганлиги сабабли, шу ҳолат билан танишамиз. Каналларнинг гидравлик ҳисобларида, асосан қуйидаги боғлиқликлардан фойдаланилади:

$$Q = \omega v = const \text{ (оқим бўйлаб)}$$

$$i = \sin \theta$$

бунда Q — оқим сарфи,

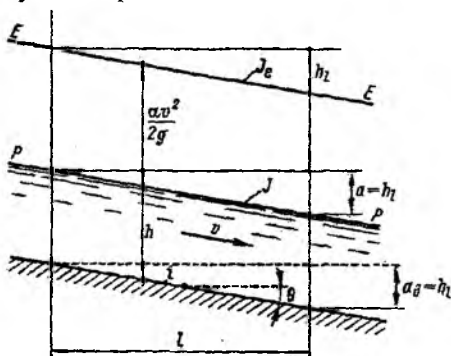
$$m^3/c;$$

ω — ҳаракатдаги кесим юзаси, m^2 ;

v — оқимнинг ўртача тезлиги; m/c ;

i — канал туби нишаблиги. Бизга маълумки, напорнинг узунлик бўйича йўқолиши Дарси-Вейсбах формуласига асосан қуйидагича аниқланади:

$$h_f = \lambda \frac{l}{D} \frac{v^3}{2g}$$



5.1, а-рasm. Сув оқимининг каналдаги текис ҳаракати схемаси.

Бундан окимнинг ўртача тезлигини аниқласак,

$$v^2 = \frac{h_l}{l} \frac{D2g}{\lambda}$$

бунда

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

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

ёки

$$v = \sqrt{\frac{2g}{\lambda}} \sqrt{DJ}$$

$$C = \sqrt{\frac{2g}{\lambda}}, \left(\frac{m^{0,5}}{сек} \right)$$

$$v = C\sqrt{Ri}$$

бунда C – Шези коэффиценти, $m^{0,5}/c$;

R – гидравлик радиус, m ;

$$J = i$$

бунда J – гидравлик қиялик;

$$i = \frac{v^2}{C^2 R}$$

$$h_l = il = \frac{v^2}{C^2 R} l$$

$$Q = \omega C \sqrt{Ri}$$

Бу формула текис барқарор ҳаракатнинг ҳисобланиш формуласи сифатида қабул қилинади.

$$\left. \begin{aligned} K &= \omega C \sqrt{R} \\ K &= \frac{Q}{\sqrt{i}} \end{aligned} \right\} \quad \left. \begin{aligned} W &= C \sqrt{R} \\ W &= \frac{v}{\sqrt{i}} \end{aligned} \right\}$$

$$Q = K \sqrt{i} \quad v = W \sqrt{i}$$

$$i = \frac{Q^2}{K^2}; \quad i = \frac{v^2}{W^2}$$

бунда K – сарф модули;

W – тезлик модули.

Амалий ҳисобларда, Маннинг, Н.Н.Павловский ва И.И.Агроскин формулалари ёрдамида аниқланади:

Маннинг формуласи:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}, \text{ м}^{0,5}/\text{сек}$$

Н.Н.Павловский формуласи бўйича:

$$C = \frac{1}{n} R^y, \text{ м}^{0,5}/\text{сек}$$

бунда

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,10)$$

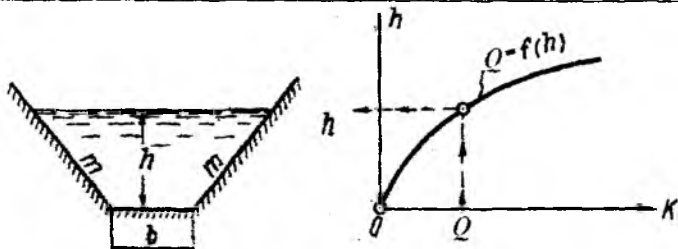
ёки И.И. Агроскин формуласи бўйича:

$$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R, \text{ м}^{0,5}/\text{сек}$$

Каналда текис барқарор ҳаракатланаётган оқим сарфининг (Q) чуқурликка (h) боғлиқлик графиги $Q=f(h)$ – каналнинг иш характеристикаси деб аталади. Уни тузишда куйидаги жалвалдан фойдаланилади.

5.1-жадвал

№	Ҳисоблаш формулалари	Улчов бириклари	Берилган катталиклар				Изоҳ
1	h	м	h_1	h_2	h_3	...	
2	mh	м	...	...	...	...	$m = \dots$
3	$b + mh$	м	...	...	...	...	$b = \dots$
4	$\omega = (b + mh)h$	м ²	...	...	...	...	
5	$h(2\sqrt{1+m^2})$	м	...	...	...	...	$2\sqrt{1+m^2} = \dots$
6	$\chi = b + h(2\sqrt{1+m^2})$	м	...	...	...	...	
7	$R = \omega : \chi$	м	...	...	...	...	
8	$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$	м ^{0,5} /сек	...	...	...	...	- Маннинг формуласи
9	$Q = vC\sqrt{Ri}$	м ³ /сек	...	...	...	...	

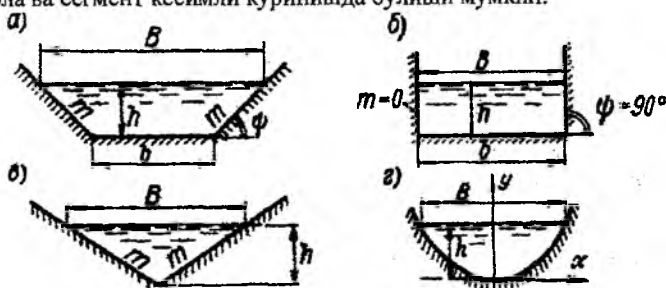


5.1, б-расм.

Каналнинг иш характеристикаси $Q=f(h)$.

Ҳаракатдаги кесим юзаси, гидравлик энг қулай кесим.

Оқимнинг текис барқарор ҳаракати асосан, оқим ҳаракатланадиган гидротехник иншоотларда кузатилиб, бу иншоотлар сунъий очик ўзанлар ёки канал деб аталади. Улар амалиётда трапециодал туртбурчак, учбурчак, парабола ва сегмент кесимли кўринишда бўлиши мумкин.



5.2-расм. Каналларнинг қўндаланг кесим шакллари.

Трапециодал шакл, 5.2, а-расм.

Бу каналларда қуйидаги элементлардан фойдаланилади:

b – туб бўйича кенглик; h – чуқурлик;

$m = \text{ctg} \theta$ канал ён деворининг қиялиги

Асосий формулалар.

$$\omega = bh + mh^2 = h^2(\beta + m) \quad (5.1)$$

$$\chi = b + 2h\sqrt{1+m^2} = h(\beta + m') \quad (5.2)$$

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{bh + mh^2}{b + 2h\sqrt{1+m^2}} = h \frac{\beta + m}{\beta + m'} \quad (5.3)$$

$\beta = \frac{b}{h}$ – нисбий кенглик;

Бу ифодани инобатга олган ҳолда ω ва χ катталиклар қуйидагича аниқланиши мумкин:

$$\omega = h^2(\beta + m)$$

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

Қўндаланг кесими **тўртбурчак шаклда** бўлганда (5.2, б-расм), юқорида келтирилган гидравлик параметрларни аниқлашда қуйидаги ифодалардан фойдаланилади:

$$\left. \begin{aligned} B &= b; \quad m = \text{ctg} 90^\circ = 0 \\ \omega &= bh; \quad \chi = b + 2h \end{aligned} \right\}$$

Агар ўзан жуда кенг тўғри тўртбурчакли бўлса,

$$\chi \approx b$$

Учбурчак кўндаланг кесим (5.2, в-расм).

$$\left. \begin{aligned} b &= 0; & B &= 2mh \\ \omega &= mh^2; & \chi &= 2h\sqrt{1+m^2} \end{aligned} \right\}$$

Парабола шаклидаги кесим (5.2, г-расм).

Ифодаланиш формуласи $y^2 = 2px$:

бунда p – парабола периметри,

h – чуқурлик,

B – сатҳ бўйича кенглиги;

$\tau = h/p$ – нисбий чуқурлик.

Асосий элементарлар учун қуйидаги ифодаларни ёзишимиз мумкин:

$$\omega = \frac{2}{3} Bh = \frac{1,8856}{\sqrt{\tau}} h^2 \quad (5.4)$$

$$\chi = p \left[\sqrt{2\tau(1+2\tau)} + \ln(\sqrt{2\tau} + \sqrt{1+2\tau}) \right] = pN \quad (5.5)$$

$$B = 2\sqrt{2p}\sqrt{h} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{\tau}} h \quad (5.6)$$

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{4\sqrt{2}}{3} \frac{\tau\sqrt{\tau}}{N} p \quad (5.7)$$

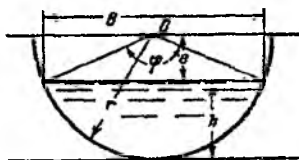
N – бу катталикнинг χ параметрининг аниқ қийматига мос келувчи қийматлари қуйидаги жадвалда берилган:

$$N = \sqrt{2\tau(1+2\tau)} + \ln(\sqrt{2\tau} + \sqrt{1+2\tau}):$$

5.2-жадвал

τ	N	τ	N	τ	N	τ	N
0,001	0,09	0,15	1,15	0,55	2,44	0,95	3,48
0,005	0,20	0,20	1,34	0,60	2,58	1,00	3,61
0,01	0,28	0,25	1,54	0,65	2,71	1,05	3,72
0,02	0,40	0,30	1,71	0,70	2,83	1,10	3,84
0,04	0,57	0,35	1,85	0,75	2,97	1,15	3,97
0,06	0,71	0,40	2,02	0,80	3,10	1,20	4,08
0,08	0,82	0,45	2,16	0,85	3,23	1,25	4,19
0,10	0,93	0,50	2,30	0,90	3,34		

Сегмент кесим. Бундай кесимда $h = 2\sin^2 \frac{\varphi}{4} r = r \left(1 - \cos \frac{\varphi}{2} \right)$ (5.3-расм).



5.3-расм.

бундан

$$\omega = \frac{\pi\varphi^\circ - 180^\circ \sin \varphi}{360^\circ} r^2 = (\varphi - \sin \varphi) \frac{r^2}{2} \quad (5.8)$$

$$\chi = \frac{\pi\varphi^\circ}{180^\circ} r = \varphi r \quad (5.9)$$

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{\varphi - \sin \varphi}{2\varphi} r \quad (5.10)$$

$$B = 2\sin \frac{\varphi}{2} r \quad (5.10')$$

Ҳисобларда ўлчов бирликсиз

$$\psi = \frac{\omega}{R^2}$$

катталиклдан фойдаланиш қулай.

Босимсиз қувурлар, яъни оқим сатҳида атмосфера босими мавжуд. Бундай қувурларда катталиклар бошланиши сегмент шакллардаги каби белгиланиб, қўшимча тўлиқлик даражасини белгиловчи катталик киритилади: $a = h/H$, бунда $H = d$, агар $a \leq 0,5$ бўлса, кесим сегмент шаклида бўлади.

Гидравлик энг қулай кесим: берилган Q , i , n катталикларга турли геометрик ўлчамлардаги турли шакл мос келиши мумкин. Шу кесимларда энг катта оқим тезлиги ва энг кичик кесим юзаси катталиги мавжуд бўлса ва канал нормал ишласа, бундай кесимлар **гидравлик энг қулай кесимлар** деб аталади.

Бундай кесим $\beta_{\text{г.э.к}} = 2(\sqrt{1+m^2} - m)$ ёки $\sigma_{\text{г.э.к}} = 1$ бўлганда мавжуд бўлади.

Парабола шаклдаги кесим учун $\sigma_{\text{г.э.к}} = 1,8856$.

Сегмент шаклдаги кесим учун $\psi_{\text{г.э.к}} = 2\pi$.

(Каналларни лойиҳалаштиришдаги асосий машқлар Д.Р.Бозоров ва бошқаларнинг «Гидравлика» ўқув қўлланмасида тўлиқ келтирилган).

Каналларда оқим ўртача тезлигининг йўл қуйиладиган энг кичик ва энг катта қийматлари:

Каналларда ҳаракатланаётган оқимнинг тезлик қиймати шундай ораликда бўлиши керакки, бунда каналларда лойқа босиш ва ювилиш жараёнлари рўй бермаслиги керак, яъни

$$v_{ю} > v > v_{л.б} \quad (5.11)$$

Ювилмаслик тезлиги XVI-жадвал ёрдамида аниқланади. Лойқа босмаслик тезлиги Е.А.Замарин формуласи ёрдамида аниқланиши мумкин:

$$v_{л.б} = 1,5 \sqrt{\frac{\rho M \sqrt{W}}{0,022 \sqrt{R_{л.б} i}}} \quad (5.12)$$

бунда ρ - оқимнинг лойқалик даражаси, $кг/м^3$;

W - ўртача гидравлик катталиқ, $м/сек$;

M - тўғрилаш коэффициенти; агар $W \geq 0,002$ $м/сек$ бўлса, $M = W$, $W < 0,002$ $м/сек$ бўлса, $M = 0,002$. Каналлардаги оқимнинг энг катта ювилмас тезлиги миқдори Черкасов формуласига асосан аниқлаш тавсия этилади:

$$v_{ю} = v_0 \cdot R^{1/3}$$

бунда v_0 энг катта ювилмас тезлик бўлиб, $R = 1,0$ $м$, учун грунтга қараб қурилиш меъёрлари ва қоидаларига асосан қуйидагича аниқланади:

5.3-жадвал

Грунт тури	Ўртача тезликлар, $м/с$
А. Қумли тупроқлар учун	
1. Майда қум	0,45-0,50
2. Ўртача катталиқдаги қум	0,50-0,60
3. Йирик катталиқдаги қум	0,60-0,75
4. Майда шағал	0,75-0,90
Б. Гил тупроқ	0,45-0,75

5.1-машқ

Қўндаланг кесими трапеция шаклдаги каналнинг қуйидаги катталиқлари берилган: $b = 10$ $м$, $h = 3,5$ $м$, $m = 1,25$ $м$, $i = 0,0002$. Грунт – ўртача зичликдаги лёс. Каналнинг ҳолатини ўртача ҳисоблаш керак.

Аниқлаш талаб этилади: $Q = ?$ $v = ?$

Ҳисоблаш:

II жадвалдан берилган сирт учун ғадир будурликни $n = 0,025$ деб, қабул қиламиз.

Ҳаракатдаги кесим юзасини ҳисоблаймиз:

$$\omega = (b + mh)h$$

Гидравлик радиусни ҳисоблаймиз: $R = \frac{\omega}{\chi} = 2,37 \text{ м.}$

Шези коэффициентини аниқлаймиз: $C = \frac{1}{n} R^{1/6} = 46,5 \text{ м}^{0,5}/\text{сек.}$

Оқим сарфини ҳисоблаймиз:

$$Q = \omega C \sqrt{RI} = 50,9 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Оқимнинг ўртача тезлигини ҳисоблаймиз:

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{50,9}{30,3} = 1,01 \text{ м/сек.}$$

σ орқали ҳам ω ва R ни топиш мумкин.

$$\sigma = \frac{m_0 h}{b_{yp}} = \frac{1,952 \cdot 3,5}{10 + 1,25 \cdot 3,5} = 0,476$$

$$\omega = \frac{m_c h^2}{\sigma} = \frac{1,952 \cdot 3,5^2}{0,476} = 50,3 \text{ м}^2$$

$$R = \frac{h}{1 + \sigma} = \frac{3,5}{1,476} = 2,37 \text{ м}$$

5.2-машқ.

Қуйидаги берилган катталиклар учун Шези коэффициентини аниқланг:

- а) $b = 0,5 \text{ м}, h = 0,4 \text{ м}, m = 1,0, n = 0,030;$
- б) $b = 1,0 \text{ м}, h = 0,6 \text{ м}, m = 1,25, n = 0,025;$
- в) $b = 2,0 \text{ м}, h = 0,9 \text{ м}, m = 1,5, n = 0,020;$
- г) $b = 6,0 \text{ м}, h = 4,1 \text{ м}, m = 2,0, n = 0,013$
- д) $b = 20,0 \text{ м}, h = 6,0 \text{ м}, m = 1,75, n = 0,018$

Жавоб:

- а) $C = 21,7 \text{ м}^{0,5}/\text{сек};$ б) $C = 32,1 \text{ м}^{0,5}/\text{сек};$ в) $C = 45,7 \text{ м}^{0,5}/\text{сек};$
- г) $C = 83,6 \text{ м}^{0,5}/\text{сек};$ д) $C = 66,5 \text{ м}^{0,5}/\text{сек.}$

5.3-машқ.

Каналдаги b ва h катталикни берилган $Q = 25 \text{ м}^3/\text{сек}, i = 0,0007, \beta' = 5,3, m = 1,5, n = 0,025$ қийматлар учун аниқлаймиз. Ҳисоблашни Р.М.Каримов усулида бажарамиз:

Ҳисоблашни берилган кесимни гидравлик энг қулай кесимли профил билан таққослаш орқали бажарамиз:

Жадвал ёрдамида ҳисоблаш.

- а) χ катталикни қуйидаги формулага асосан ҳисоблаймиз:

$$\bar{\chi} = \frac{(\beta' + m'^2)}{\beta' + m} = \frac{(5,3 + 2\sqrt{1 + 1,5^2})^2}{5,3 + 1,5} = \frac{79,21}{6,8} = 11,65$$

б) Ҳисобланган $\bar{\chi} = 11,65$ ва $m = 1,5$ учун XXXVII-жадвалга асосан (7.8-жадвал, Д.Р.Бозоров ва бошқалар “Гидравлика” Т. 2003) қуйидагиларни ҳисоблаймиз:

$$\frac{h}{R_0} = 1,043; \text{ ва } \frac{b}{R_0} = 5,511;$$

с) кидирилатган катталикларни аниқлаймиз.

XXXIII-жадвалга асосан (7.4-жадвал, Д.Р.Бозоров ва бошқалар “Гидравлика” Т. 2003):

$$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{i}} = 0,159 \frac{25 \cdot 0,025}{\sqrt{0,0007}} = 3,76 \Rightarrow R_0 = 1,63; \text{ бундан}$$

$$h = R_0 \cdot 1,63 = 1,043 \cdot 1,63 = 1,70 \text{ м}$$

$$b = R_0 \cdot 5,51 \cdot 1,63 = 9,0 \text{ м}$$

II. Жадвал ва графикларсиз ҳисоблаш.

а) R_0 катталикни қуйидаги формулага асосан ҳисоблаймиз:

$$R_0 = 0,53 \sqrt[3]{\left(\frac{Qn}{\sqrt{i}}\right)^3} = 0,53 \sqrt[3]{\left(\frac{25 \cdot 0,025}{0,0007}\right)^3} = 1,62 \text{ м}$$

қуйидаги формуладан фойдаланиб,

$$\omega_{h=1} = \beta' + m = 5,3 + 1,5 = 6,8$$

$$\omega_{b=1} = \frac{\beta' - m}{\beta'^2} = \frac{5,3 - 1,5}{5,3^2} = 0,135$$

б) энди ўлчов бирликсиз ўзанинг туб бўйича кенгликларни аниқлаймиз:

$$\frac{h}{R_0} 2\sqrt[8]{\frac{\bar{\chi}}{\omega_{h=1}^4}} = \frac{2}{\sqrt[8]{6,8}} \sqrt[8]{11,65} = 1,05$$

$$\frac{b}{R_0} = \frac{2}{\sqrt[8]{\omega_{b=1}}} \sqrt[8]{\bar{\chi}} = \frac{2}{\sqrt[8]{0,135}} \sqrt[8]{11,65} = 5,55 \text{ ёки } \frac{b}{R_0} = \beta' \frac{h}{R_0} = 5,3 \cdot 1,05 = 5,55$$

с) кидирилатган катталикларни аниқлаймиз:

$$h = 1,05 \text{ м}, \quad R_0 = 1,05 \cdot 1,62 = 1,7 \text{ м}$$

$$b = 5,55 \text{ м}, \quad R_0 = 5,55 \cdot 1,62 = 9,0 \text{ м}$$

5.4-машқ.

А) Трапециал кесимли каналдаги чуқурликни $Q = 5 \text{ м}^3/\text{сек}$, $i = 0,0004$,

$b = 5,3$, $m = 1,0$, $n = 0,0225$ кийматлар учун аниқлаймиз.

а) қуйидаги катталикларни аниқлаймиз:

$$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{i}} = 0,159 \frac{5 \cdot 0,0225}{\sqrt{0,0004}} = 0,895$$

б) XXXIX-жадвалга асосан (7.3-жадвал, Д.Р.Бозоров ва бошқалар "Гидравлика" Т. 2003) $0,159 \frac{Qn}{\sqrt{i}} = 0,895$ катталikka мос келувчи

$R_0 = 0,96$ м ни аниқлаймиз.

с) b ва R_0 орасидаги муносабатни аниқлаймиз:

$$\frac{b}{R_0} = \frac{3,0}{0,96} = 3,13$$

д) XXXVII-жадвалга асосан (7.8-жадвал асосан Д.Р.Бозоров ва бошқалар "Гидравлика" Т. 2003) $b/R_0 = 3,13$ ва $m = 1,0$ га мос келувчи $h/R_0 = 1,46$ муносабатни аниқлаймиз.

е) қидирилаётган катталиклни аниқлаймиз.

$$h = 1,46 R_0 = 1,46 \cdot 0,96 = 1,4 \text{ м};$$

В) Паробалани кўрсаткичи $\alpha = 3,0$ г тенг бўлган ҳолатда

$Q = 13,63 \text{ м}^3/\text{сек}$; $i = 0,0005$; $n = 0,020$, $v = 1,25 \text{ м}/\text{сек}$ қийматларга мос келувчи канал ҳаракатдаги кесим элементлари аниқлансин.

Ҳисоблаш:

1. Қуйидаги параметрни ҳисоблаймиз

$$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{i}} = 0,159 \frac{13 \cdot 0,02}{\sqrt{0,0005}} = 1,85$$

XXXIII-жадвалга асосан (7.3-жадвал, Д.Р.Бозоров ва бошқалар "Гидравлика" Т. 2003) $0,159 \frac{Qn}{\sqrt{i}} = 1,85$ катталikka мос келувчи

$R_0 = 1,26 \text{ м}$; $v_o \cdot \frac{n}{\sqrt{i}} = 1,174$ ни аниқлаймиз;

$$2. \text{ Бундан, } v_o = 1,174 \frac{\sqrt{0,0005}}{0,02} = 1,31 \text{ м}/\text{сек};$$

$$3. \text{ Тезликлар муносабатини ҳисоблаймиз: } \frac{v}{v_o} = \frac{1,25}{1,31} = 0,953;$$

4. XXXVII-жадвалга асосан (7.4-жадвал, Д.Р.Бозоров ва бошқалар "Гидравлика" Т. 2003):

$$\frac{\nu}{\nu_0} = \frac{1,25}{1,31} = 0,953; \Rightarrow \bar{\chi} = 7,55;$$

5. XXXIX-жадвалга асосан (7.10-жадвал, Д.Р.Бозоров ва бошқалар “Гидравлика” Т. 2003): $\bar{\chi} = 7,55$ ва $\alpha = 3,0$; га асосан,

$$\beta = 4,1; \frac{h}{R_0} = 1,468; \frac{B}{R_0} = 6,015; \frac{1}{R_0^{\alpha-1}} = 4,309;$$

6. Қидирилаётган параметрларни ҳисоблаймиз:

$$h = 1,468 \cdot R_0 = 1,468 \cdot 1,26 = 1,85 \text{ м};$$

$$B = 6,015 \cdot 1,26 = 7,56 \text{ м};$$

$$\alpha = (4,309 \cdot R_0)^{\alpha-1} = (4,309)^2 = 29,4 \text{ м}^2;$$

5.5-мишқ.

$b = 5,0$ м, $h = 1,5$ м, $i = 0,0003$, $m = 1,5$, $n = 0,025$ катталикларга мос келувчи Q сарфни аниқлаш.

- а) $\bar{\chi}$ катталикни (7.66) формулага асосан аниқлаймиз:

$$\chi' = \frac{(\beta' + m')^2}{\beta + m} = \frac{(3,33 + 3,6)^2}{3,33 + 1,5} = \frac{48}{4,83} = 9,96$$

бунда

$$\beta_1 = \frac{b}{h} = \frac{5,0}{1,5} = 3,33$$

- б) 7.8-жадвалдан (Д.Р.Бозоров ва бошқалар “Гидравлика” Т. 2003) $m = 1,5$

га мос келувчи $\bar{\chi} = 9,96$, $\frac{h}{R_0} = 1,212$ ва $\frac{b}{R_0} = 4,025$ катталикларни аниқлаймиз.

- с) бундан R_0 катталикни аниқлаймиз.

$$R_0 = \frac{h}{1,212} = \frac{1,5}{1,212} = 1,24 \text{ м}$$

ёки

$$R_0 = \frac{b}{4,025} = \frac{5,0}{4,025} = 1,24 \text{ м}$$

- д) 7.3-жадвалдан $R_0 = 1,24$ га $0,159 \frac{Qn}{\sqrt{i}} = 1,788$ мос келади.

Демак,

$$Q = \frac{1,788 \sqrt{i}}{0,159} = 11,26 \frac{\sqrt{0,0003}}{0,025} = 7,8 \text{ м}^3/\text{сек}$$

5.6-машқ.

Трапеция шаклдаги канал учун сарф миқдорини қуйидаги берилган катталиклар учун аниқланг.

- а) $b = 0,2 \text{ м}, h = 0,12 \text{ м}, m = 1,0, n = 0,030, i = 0,0005$;
- б) $b = 0,7 \text{ м}, h = 1,0 \text{ м}, m = 1,25, n = 0,030, i = 0,0004$;
- в) $b = 6,0 \text{ м}, h = 3,0 \text{ м}, m = 0,0, n = 0,012, i = 0,0001$;
- г) $b = 15,0 \text{ м}, h = 2,0 \text{ м}, m = 1,0, n = 0,025, i = 0,000064$;

Жавоб: а) $Q = 0,0029 \text{ м}^3/\text{сек}$ б) $Q = 2,6 \text{ м}^3/\text{сек}$ в) $Q = 19,1 \text{ м}^3/\text{сек}$
г) $Q = 15,3 \text{ м}^3/\text{сек}$.

5.7-машқ.

5.5-машқдаги катталиклар учун оқимнинг ўртача тезликларини аниқланг.

Жавоб: а) $v = 0,08 \text{ м/сек}$, б) $v = 0,53 \text{ м/сек}$ в) $v = 1,06 \text{ м/сек}$
г) $v = 0,45 \text{ м/сек}$

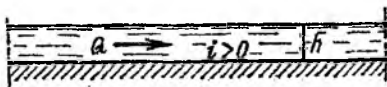
5.8-машқ.

Тупрокли канал ғишт билан қопланган ҳолатда унинг ўтказувчанлик қобиляти неча маротаба ортади.

Жавоб: 1,52 маротаба.

5.9-машқ.

5.4-расмда профили узунлик бўйича ифодаланган каналнинг кесими парабола шаклида бўлиб, тупрокли.



5.4-расм.

Агар қуйидаги параметрлари маълум бўлса, $h = 2,1 \text{ м}, p = 4 \text{ м}, i = 0,0004$ ва ҳолати яхши бўлса, унда ҳаракатланаётган оқим сарфи ва ўртача тезлигини аниқланг.

Ҳисоблаш:

II жадвалдан $n = 0,0225$ ни топамиз.

$$\tau = \frac{h}{p} = \frac{2,1}{4} = 0,52$$

булганда куйидагини аниқлаймиз:

$$\omega = \frac{1,8856}{\sqrt{\tau}} h^2 = \frac{1,8856}{\sqrt{0,52}} \cdot 2,1^2 = 11,5 \text{ м}^2,$$

$$\chi = pN = 4 \cdot 2,35 = 9,4 \text{ м}$$

$\tau = 0,52$ булганда N жадвалдан топилган.

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{11,5}{9,4} = 1,22 \text{ м}$$

X жадвалдан куйидагиларни аниқлаймиз: $C\sqrt{R} = 50,77 \text{ м/сек}$
($R = 1,22 \text{ м}$ ва $n = 0,0225$ булганда).

Бундан

$$Q = \omega C \sqrt{R} \sqrt{i} = 11,5 \cdot 50,77 \cdot 0,02 = 11,7 \text{ м}^3/\text{сек}$$

$$v = C \sqrt{R} \sqrt{i} = 50,77 \cdot 0,02 = 1,02 \text{ м/сек}$$

Қияликнинг энг юкори кийматини куйидаги формула асосида аниқланади:

$$m = \frac{1}{\tau \sqrt{2}} = \frac{1}{0,52 \sqrt{2}} = 1,35.$$

5.10-машқ.

Парабола шаклидаги каналнинг ўтказувчанлик қобилятини аниқланг.

а) $h = 0,3 \text{ м}$, $p = 5 \text{ м}$, $i = 0,002$, $n = 0,030$;

б) $h = 1,1 \text{ м}$, $p = 4 \text{ м}$, $i = 0,0001$, $n = 0,025$;

в) $h = 3,2 \text{ м}$, $p = 10 \text{ м}$, $i = 0,00009$, $n = 0,017$;

Жавоб: а) $Q = 0,29 \text{ м}^3/\text{сек}$ б) $Q = 1,31 \text{ м}^3/\text{сек}$ в) $Q = 0,86 \text{ м}^3/\text{сек}$

5.11-машқ.

Юкоридаги машқ учун окимнинг ўртача тезлигини ҳисобланг.

Жавоб: а) $v = 0,42 \text{ м/сек}$, б) $v = 0,32 \text{ м/сек}$ в) $v = 0,86 \text{ м/сек}$

5.12-машқ.

5.10-машқдаги параметрларга мос келувчи энг катта канал деворларининг қиялигини аниқланг.

Жавоб: а) $m = 2,9$, б) $m = 1,35$ в) $m = 1,25$

5.13-машқ.

Куйидаги параметрлари маълум бўлган парабола шаклидаги кесимга эга бўлган канал тубининг узунлик бўйича қиялигини аниқланг.

$l = 1220 \text{ м}$, $Q = 80 \text{ м}^3/\text{сек}$ $h = 3,4 \text{ м}$, $p = 15 \text{ м}$, $n = 0,0275$

Жавоб: $1,1 \text{ м}$.

5.14-машқ.

Ярим доира шаклидаги бетонланган каналда окимнинг сарфини аниқланг. Канал ўзанининг туби ҳар 1 км узунликда 6 см га пасаяди.
 $h=1$ м, $r=1,2$ м.

Ҳисоблаш:

$$i = \frac{0,06}{1000,00} = 0,00006; n = 0,014 \text{ (II жадвалдан)}$$

XIII жадвал асосида $\varphi = 161^\circ$ ни $\frac{h}{r} = \frac{1}{1,2} = 0,833$ орқали топамиз.

$$\sin \varphi = 0,325; \varphi = 2,81;$$

$$\omega = (\varphi - \sin \varphi) \frac{r^2}{2} = (2,81 - 0,325) \cdot \frac{1,2^2}{2} = 1,77 \text{ м}^2;$$

$$\chi = \varphi r = 2,81 \cdot 1,2 = 3,37 \text{ м}, R = \frac{1,77}{3,37} = 0,52 \text{ м}.$$

X жадвал асосида

$$C\sqrt{R} = 47,88 \text{ м/сек}$$

топамиз. Бундан $Q = \omega C\sqrt{R}\sqrt{i} = 1,77 \cdot 47,88 \cdot 0,00775 = 0,66 \text{ м}^3/\text{сек}.$

5.15-машқ.

Куйидаги параметрлар маълум бўлганда сегмент шаклдаги каналнинг ўтказувчанлик қобилиятини ҳисобланг.

а) $h=0,2$ м, $r=0,5$ м, $i=0,0036$, $n=0,012$;

б) $h=0,5$ м, $r=0,5$ м, $i=0,0016$, $n=0,012$;

в) $h=1,0$ м, $r=1,5$ м, $i=0,0004$, $n=0,014$;

Жавоб: а) $Q=0,155 \text{ м}^3/\text{сек}$, б) $Q=0,57 \text{ м}^3/\text{сек}$, в) $Q=2,07 \text{ м}^3/\text{сек}.$

5.16-машқ.

Куйидаги элментлари маълум бўлган новнинг нишаблигини аниқланг: $\tau=0,5$ м, $Q=0,5 \text{ м}^3/\text{сек}$, $h=0,4$ м, $n=0,014$.

Ҳисоблаш: $\frac{h}{r} = \frac{0,4}{0,5} = 0,8$ бўлганда XIII жадвалдан $\frac{h}{R_{2,3,K}} = 1,855$

муносабатини топиб, бундан $R_{2,3,K} = \frac{0,4}{1,855} = 0,216 \text{ м}$ катталикини ҳисоблаймиз.

$$\sqrt{i} = \frac{0,159Q}{F(R)} = \frac{0,159 \cdot 0,5}{1,29} = 0,062$$

Демак, $i=0,00384$

5.17-машқ.

Қуйидаги параметрлар берилганда айлана шаклдаги қувурда ҳаракатланаётган оқимнинг ўтказувчанлик қобилиятини ва оқимнинг ўртача тезлигини аниқланг: $d = 3$ м, $h = 2,10$ м, $n = 0,017$, $i = 0,0009$

Ҳисоблаш:

Тўлдириш даражаси $\alpha = \frac{h}{d} = \frac{2,1}{3,0} = 0,7$ га тенг бўлганда, XIV

жадвалдан $A = 0,85$ ва $B = 1,137$ қийматини аниқлаймиз. XV жадвалдан $K_n = 340$ м³/сек. Q сарф тенг:

$$Q = AK_n \sqrt{i} = 0,85 \cdot 340 \cdot 0,03 = 8,65 \text{ м}^3/\text{сек}$$

5.15 ва 5.16-ифодалардан v ни аниқлаш учун қуйидагини ёзамиз:

$$v = \frac{QB}{\omega_n A} = \frac{QB}{\pi r^2 A} = \frac{8,65 \cdot 1,137}{3,14 \cdot 1,5^2 \cdot 0,85} = 1,64 \text{ м/сек}$$

5.18-машқ.

Темир бетондан қурилган доира шаклли кесимга эга бўлган туннелнинг диаметрини қуйидаги катталикларга мос келувчи қиймати $n = 0,015$, $i = 0,00010$, тўлиқлик даражаси $\alpha = 0,7$ бўлганда $Q = 24$ м³/сек сарф оқиб ўтадиган ҳолат учун аниқланг.

Жавоб: $d = 4,08$ м.

5.19-машқ.

$\alpha = h/d$ тўлиқлик даражаси қанча бўлганда напорсиз қувурда ҳаракатланаётган оқим энг катта ўтказувчанлик қобилиятига эга бўлади?

Жавоб: $\alpha = 0,95$

5.20-машқ.

$\alpha = h/d$ тўлиқлик даражасининг қандай қийматида қувурда оқимнинг энг катта қиймати мавжуд бўлади?

Жавоб: $\alpha = 0,81$

5.21-машқ.

Диаметри $d = 4,2$ м бўлган қувурда чуқурликнинг қуйидаги қийматлари учун а) $h = 4,1$ м, б) $h = 3,5$ м, в) $h = 2,7$ м агар, $i = 0,0009$ ва $n = 0,020$ ҳолатларда оқим сарфини аниқланг.

Жавоб: а) $Q = 22,8$ м³/сек; б) $Q = 22,1$ м³/сек; в) $Q = 1,64$ м³/сек.

5.22-машқ.

Агар қувур диаметри $d = 3,0$ м, $Q = 5$ м³/сек, $n = 0,020$, $i = 0,020$ бўлса, унинг чуқурлигини аниқланг.

Жавоб: $h = 1,6$ м.

5.23-машқ.

5.21-машқда чуқурлик $h = 1,2$ м бўлса, берилган сарфни ўтказиш учун қувурнинг нишаблиги қандай бўлиши керак?

Жавоб: $i = 0,0027$.

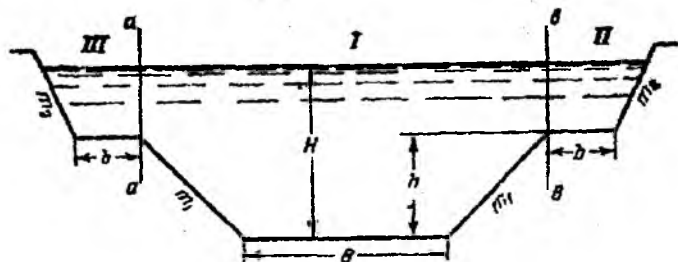
5.24-машқ.

Сув чиқарувчи иншоотнинг қуйдаги параметрлари учун диаметрини аниқланг. Берилган: $Q = 0,7$ м³/сек, $i = 0,02$, $n = 0,014$, $d = 0,65$ м.

Жавоб: $d = 1,0$ м.

5.25-машқ.

Тупрокдан ўтувчи ўзанининг қуйдаги параметрлари берилганда сарфни аниқланг (5.5-расм).



5.5-расм.

$B = 50$ м, $b = 25$ м, $m_1 = 3$, $m_2 = 2$, $h = 2,5$ м, $H = 4,0$ м

Жавоб: $Q = 512$ м³/сек.

5.26-машқ.

5.6-расмда ифодаланган шаклга эга бўлган суғориш каналининг берилган параметрларига мос келувчи тубининг нишаблигини ҳисобланг.

1:1,5 ва 1:2,5 ён девор нишабликлар тошдан терилган бўлиб, ғадир-будирлик $n = 0,015$ га тенг. 1:4 нишаблик бўлган қисм эса табиий грунтдан иборат бўлиб, ғадир-будирлик $n = 0,0225$ тенг. Сарф $Q = 60$ м³/сек бўлиб, H чуқурликка мос келади.

Ҳисоблаш: аввал h_1 , h_2 , h_3 катталикларни топамиз:

$$h_1 = \frac{1,7}{1,5} = 1,13 \text{ м}, h_2 = \frac{4}{2,5} = 1,6 \text{ м}, h_3 = \frac{5}{4} = 1,25 \text{ м}.$$

5.27-машқ.

5.1-машқдаги канални ювилувчанликка текширинг.

Ҳисоблаш: берилган тупроқлар учун йўл қўйиладиган тезлик билан ҳақиқий ўртача тезликни таққослаш орқали канал ювилувчанликка текширилади. XVI жадвалдан фойдаланиб, зичликдан лёс учун $v_{ю} = 0,8$ м/сек, $v_{ю} = 1,01 > v_{ю}$ м/сек бўлганлиги учун, каналда ювилиш бўлиши мумкин.

5.28-машқ.

Куйидагилар қабул қилинганда 5.5-машқдаги канални ювилишга текширинг.

- а) канал асоси ўртача зич тупроқли грунт;
- б) канал асоси зич суглинок;
- в) канал асоси сийрак зичликка эга бўлган грунт.

5.29-машқ.

Куйидагилар қабул қилинганда 5.10-машқда берилган канални ювилувчанликка текширинг.

- а) канал асоси майда гравий;
- б) канал асоси зич лёс грунт.

5.30-машқ.

5.27-машқда берилган канални ювилувчанликка текширинг.

5.31-машқ.

5.1-машқдаги каналда ҳаракатланаётган оқим таркибидаги муаллақ ҳаракатланувчи лойканинг куйидаги параметрлари маълум бўлса, канални лойқа босишга текширинг.

- а) $\rho = 0,9$ кг/м³ – оқимнинг лойкаланганлиги
- б) чўқиндиларнинг фракция бўйича таркиби:

5.4-жадвал

Параметрлар	I	II	III	IV	V
$d, \text{мм}$	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01
$p, \%$	1	8	21	31	39

Ҳисоблаш:

Лойқа босишини аниқлаш учун оқимнинг ўртача тезлигини лойқа босмаслиги учун йўл қўйиладиган тезликка таққослаш керак.

XVII жадвал ёрдамида лойқа заррачаларининг гидравлик катталигини аниқлаймиз.

$W_{0,5} = 5,4$ см/сек, $W_{0,25} = 2,7$ см/сек, $W_{0,1} = 0,69$ см/сек, $W_{0,05} = 0,17$ см/сек, $W_{0,01} = 0,007$ см/сек.

Ўртача гидравлик катталиқни аниқлаймиз:

$$W_{\phi 1} = \frac{W_{d1} + W_{d2} + \sqrt{W_{d1} W_{d2}}}{3}$$

I. $W_{\phi 1} = \frac{5,4 + 2,7 + \sqrt{5,4 \cdot 2,7}}{3} = 3,97 \text{ см/сек};$

II. $W_{\phi II} = 1,59 \text{ см/сек};$

III. $W_{\phi III} = 0,41 \text{ см/сек};$

IV. $W_{\phi IV} = 0,07 \text{ см/сек};$

V. $W_{\phi V} = W_{0,01} = 0,07 \text{ см/сек};$

p_i — ҳар бир фракциянинг миқдори $W > 0,002$ бўлганлиги сабабли,
 $M = W = 0,00278$ деб қабул қиламиз.

Шези коэффицентини Маннинг формуласига асосан аниқлаймиз:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6},$$

бундан

$$R_{\infty} = \frac{12,75n}{\sqrt{i}} \sqrt[3]{\frac{\rho M^2 W}{i}} \quad (5.13)$$

Юқоридаги ифодага $n = 0,025$, $\rho = 0,9$, $M = 0,00278$, $W = 0,00278$ ва $i = 0,0002$ катталиқларни қўямиз:

$$R_{\infty} = \frac{12,75 \cdot 0,025}{\sqrt{0,0002}} \sqrt[3]{\frac{0,9^2 \cdot 0,00278^2 \cdot 0,00278}{0,0002}} = 0,98 \text{ м}$$

Каналнинг гидравлик радиуси $R = 2,37 \text{ м} > R_{\infty} = 0,98 \text{ м}$

Демак, канални лойка босиш хавфи йўқ. Энди X, XVIII, XIX жадваллардан фойдаланиб, лойка босмаслик тезлигини аниқлаймиз. XVIII жадвалдан $\rho = 0,9 \text{ кг/м}^3$ ва $W = 0,00278 \text{ м/сек}$ га асосан $\Phi_n = 0,1287$

$$\varphi(R_n) = \frac{\Phi_n}{\sqrt{i}} = \frac{0,1287}{\sqrt{0,0002}} = 9,1$$

XIX жадвалдан $n = 0,025$ ва $\varphi(R_n) = 9,1$ га асосан $R_{\infty} = 0,980 \text{ м}$,
 X жадвалдан $n = 0,025$ ва $R = 0,980 \text{ м}$ га асосан $(C\sqrt{R})_{\infty} = 39,40$, бундан,

$$v_{\infty} = (C\sqrt{R})_{\infty} \sqrt{i} = 39,40 \sqrt{0,0002} = 0,56 \text{ м/сек}.$$

$v = 1,01 \text{ м/сек} > v_{\infty} = 0,56 \text{ м/сек}$. Демак R_{∞} га асосан хулосамиз
 тўғри.

5.32-машқ.

5.7-машқдаги канални лойқа босмасликка текширинг. Бунда $\rho = 0,5 \text{ кг/м}^3$.

5.5-жадвал

Параметрлар	I	II	III	IV
$d, \text{мм}$	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01
$\rho, \%$	10	20	40	30

5.33-машқ.

5.7-машқдаги канални лойқа босмасликка текширинг. Бунда $\rho = 0,3 \text{ кг/м}^3$.

5.6-жадвал

Параметрлар	I	II	III	IV
$d, \text{мм}$	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01
$\rho, \%$	10	10	38	50

5.34-машқ.

5.24-машқдаги канални лойқа босмасликка текширинг. Бунда $\rho = 1,5 \text{ кг/м}^3$.

5.7-жадвал

Параметрлар	I	II	III	IV	V
$d, \text{мм}$	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01
$\rho, \%$	3	15	22	30	30

5.35-машқ.

Куйидаги параметрлари маълум бўлган каналдаги лойқа босмаслик тезлигини аниқланг. $i = 0,00027$, $n = 0,025$, $\rho = 1,5 \text{ кг/м}^3$, $W = 0,0015 \text{ м/сек}$.

Ҳисоблаш: XVIII жадвалга асосан: $\varphi(R_{\lambda,6}) = \frac{\Phi_n}{\sqrt{i}} = \frac{0,1226}{0,01643} = 7,5$.

XIX жадвалдан фойдаланиб, $n = 0,025$, $\varphi(R_{\lambda,6}) = 7,5$ учун $R_{\lambda,6} = 0,73$ ни топамиз. Тезлик эса куйидагига тенг:

$$v_{\lambda,6} = (C\sqrt{R})_{\lambda,6} \sqrt{i} = 32,1 \sqrt{0,01643} = 0,53 \text{ м/сек}.$$

Бу ерда $n = 0,025$ бўлса, $R_{\lambda,6} = 0,73 \text{ м}$ учун $(C\sqrt{R})_{\lambda,6} = 32,1 \text{ м/сек}$ X жадвалдан аниқланди.

5.36-машқ.

Куйидаги параметрлари учун лойка босмайдиган канал лойиҳалаштириш мумкинми?

$Q = 2,5 \text{ м}^3/\text{сек}$, $\rho = 2 \text{ кг}/\text{м}^3$, $W = 0,0008 \text{ м}/\text{сек}$, $m = 1$, $n = 0,0275$, $i = 0,00036$

Ҳисоблаш: $R_{\lambda,6}$ катталикини XVIII жадвалдан фойдаланиб аниқлаймиз. Жадвалга асосан:

$\rho = 2 \text{ кг}/\text{м}^3$ ва $W = 0,0008 \text{ м}/\text{сек}$ учун $\Phi_n = 0,1213$.

$$\varphi(R_{\lambda,6}) = \frac{\Phi_n}{\sqrt{i}} = \frac{0,1213}{0,01897} = 6,4$$

XIX жадвалга асосан $n = 0,0275$, $\varphi(R_{\lambda,6}) = 6,4$, $R_{\lambda,6} = 0,65 \text{ м}$ катталикини аниқлаймиз ва йўл қўйиладиган энг кичик оқимнинг ўртача тезлиги қийматини ҳисоблаймиз:

$$v_{ю} = (C\sqrt{R})_5 \sqrt{i} = 26,65 \cdot 0,01897 = 0,51 \text{ м}/\text{сек}.$$

И.И.Агроскин тавсиясига асосан, гидравлик энг қулай кесимли каналдан лойқани чуқурмасдан ўтқадиган энг кичик оқим сарфини ҳисоблаймиз:

$$Q_{мин} = 4m_0 R_3^2 v_3 = 7,312 \cdot 0,65 \cdot 0,51 = 1,58 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

бунда $4m_0 = 7,312$ катталик $m = 1,0$ учун X жадвалдан фойдаланиб аниқланган.

Берилган сарф $Q = 2,5 \text{ м}^3/\text{сек} > Q_{мин} = 1,58 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганлигидан ҳулоса қилиш мумкинки, лойка босмайдиган канални берилган параметрлар учун қуриш мумкин. Агар сарф $Q < 1,58 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлса, каналнинг ювилмаслиги учун бошланғич шартларини ўзгартириш керак. Машқда ўзан тубининг нишаблигига бошқа қиймат бериш керак.

5.37-машқ.

Трапеция шаклдаги каналнинг туб бўйича кенглигини аниқланг:

$Q = 5,2 \text{ м}^3/\text{сек}$; $h = 1,2 \text{ м}$, $m = 1,0$, $n = 0,025$, $i = 0,0006$.

Ҳисоблаш:

Машқни ечишда танлаб олиш усулидан фойдаланамиз. b катталикка ихтиёрий қийматлар бериб, бу қийматга мос келувчи сарф қийматларини аниқлаймиз.

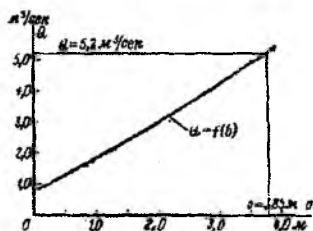
$Q_1 > Q > Q_r$ шарт бажарилгунга қадар олиб борилиб, энг камида b га урта ихтиёрий қиймат берилади. Чунки, $Q = f(b)$ (5.7-расмга қаранг) эгрилик графигини қуриш керак бўлади. Ҳисоблаш жадвал шаклида олиб борилади:

$Q = f(b)$ графикдан $Q = 5,2 \text{ м}^3/\text{сек}$ га мос келувчи $b = 3,85 \text{ м}$ катталикини аниқлаймиз.

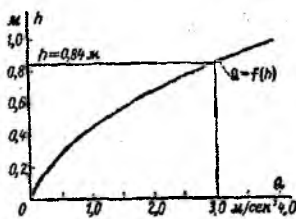
Машк тўғри ҳисобланганлигини текшириш учун И.И.Агроскин усулидан фойдаланамиз. $R_{\text{э.к}}$ катталиқни ҳисоблаймиз:

$$F = (R_{\text{э.к}}) = \frac{1}{4m_0} \frac{Q}{\sqrt{i}} = \frac{1}{7,312} \frac{5,2}{\sqrt{0,0006}} = 29,1 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Х жадвалдан $R_{\text{э.к}} = 0,89 \text{ м}$ ($n = 0,025$ қиймат учун)



5.7-расм



5.8-расм

5.8-жадвал.

$b, \text{ м}$	$\omega = (b + mh)h, \text{ м}^2/\text{сек}$	$\chi = b + 2h \times \sqrt{1+m^2}, \text{ м}$	$R = \frac{\omega}{\chi}, \text{ м}$	$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R, \text{ м}^{0,5}/\text{сек}$	$C\sqrt{Ri}, \text{ м/сек}$	$Q = \omega C\sqrt{Ri}, \text{ м}^3/\text{сек}$
0	1,44	3,39	0,425	33,42	21,6	0,77
0,5	2,04	3,89	0,524	35,05	25,4	1,27
1,0	2,64	4,39	0,577	35,77	27,2	1,83
2,0	3,84	5,39	0,711	37,38	31,5	2,96
2,5	4,44	5,89	0,754	37,84	32,9	3,58
3,0	5,04	6,39	0,789	38,20	33,9	4,19
3,5	5,64	6,89	0,818	38,46	34,8	4,82
4,0	6,24	7,39	0,843	38,69	35,6	5,44

$m = 1$ қиймат учун XI жадвалдан $b/R_{\text{э.к}}$ муносабатни аниқлаймиз:

$$\frac{b}{R_{\text{э.к}}} = \frac{1,2}{0,89} = 1,35$$

$$b = \frac{b}{R_{\text{э.к}}} R_{\text{э.к}} = 1,35 \cdot 0,89 = 1,20 \text{ м}.$$

Кенгликнинг стандарт қийматини қабул қиламиз $b = 4,0 \text{ м}$.

5.38-машқ.

Трапеция шаклдаги каналнинг $Q=3,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, $m=1,0$, $i=0,0006$, $b=2,0 \text{ м}$, $n=0,017$ параметрлари берилган бўлса, унинг тўлиш чуқурлигини топинг.

Ҳисоблаш:

Танлаб олиш усулидан фойдаланиб машкни ҳисоблаймиз. Ҳисоблаш жадвал усулида олиб борилиб, чуқурликка ихтиёрий қийматлар берилади. Шу қийматларга мос келувчи Q сарф қийматлари аниқланади. $Q=f(h)$ (5.8-расм) эгрилик графигини куриш учун чуқурликка урта қиймат берилади. Ҳисоблаш $Q_1 < Q < Q_2$ ёки $Q_1 > Q > Q_2$ шарт бажарилгунча олиб борилади. $Q=f(h)$ графикдан Q берилган сарфга мос келувчи h чуқурлик қиймати топилади. Топилган қийматлар билан 5.2-жадвални тўлдираемиз.

Машкнинг тўғри ҳисобланганлиги Р.М.Каримов усулидан фойдаланиб, текширилиши мумкин (қаранг, Д.Р.Бозоров, Р.М.Каримов, Ю.С.Казбеков, С.Қ.Хидиров «Гидравлика» Тошкент 2003 йил).

5.39-машқ.

Трапеция шаклдаги бетонланган каналнинг қуйидаги элементлар учун гидравлик энг қулай кўринишга ҳисобланг.

$Q=44 \text{ м}^3/\text{сек}$, $n=0,014$, $i=0,002$, $m=0,75$.

Оқимнинг ўртача тезлигини ҳам ҳисобланг.

5.9-жадвал

$b, \text{ м}$	$\omega = (b + mh)h, \text{ м}^2$	$\chi = b + 2h \times \sqrt{1+m^2}, \text{ м}$	$R = \frac{\omega}{\chi}, \text{ м}$	$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R, \text{ м}^{0,5}/\text{сек}$	$C\sqrt{Ri}, \text{ м/сек}$	$Q = \omega C\sqrt{Ri}, \text{ м}^3/\text{сек}$
0,1	0,21	2,28	0,092	40,4	12,27	0,082
0,3	0,69	2,85	0,242	47,9	23,6	0,514
0,5	1,25	3,41	0,367	51,1	30,9	1,222
0,7	1,39	3,98	0,474	53,07	36,2	2,16
0,9	2,61	4,54	0,574	54,53	41,3	3,41
1,1	3,41	5,11	0,668	55,7	45,5	4,92

Ҳисоблаш: $F(R_{\text{э.э.к}}) = 0,143 \frac{44}{0,002} = 142$, ундан $R_{\text{э.э.к}} = 1,3 \text{ м}$.

$R/R_{\text{э.э.к}} = 1,0$ бўлганлиги сабабли $h/R_{\text{э.э.к}} = 2$ ва $b/R_{\text{э.э.к}} = 2$ ($m=0,75$ ҳолат учун) $h = 1,3 \cdot 2 = 2,6 \text{ м}$, $b = 1,3 \cdot 2 = 2,6 \text{ м}$.

Оқим ўртача тезлигини ҳисоблаш учун, X жадвалдан $R=1,3 \text{ м}$ ва $n=0,014$ бўлганда $C\sqrt{R} = 83,74$, $v = C\sqrt{R}\sqrt{i} = 83,74\sqrt{0,002} = 3,74 \text{ м/сек}$.

5.40-машқ.

Кўндаланг кесими трапециодал бўлган каналнинг куйидаги параметрлари берилган:

$$Q = 10 \text{ м}^3/\text{сек}, m = 1,25, i = 0,0004, n = 0,0225. b/h = \beta = 4,1$$

Ҳисоблаш:

$$F(R_{z, \beta, K}) = 0,128 \frac{10}{\sqrt{0,0004}} = 64,2 \quad \text{катталиқ ҳисобланади, бунда}$$

$$R_{z, \beta, K} = 1,15.$$

$$\sigma = \frac{m_0}{\beta + m} = \frac{1,952}{4,1 + 1,25} = 0,365$$

катталиқ ҳисобланиб, XI жадвалдан $h/R_{z, \beta, K} = 1,247$ ва $b/R_{z, \beta, K} = 5,11$ аниқланади. Бундан

$$h = 1,247 \cdot 1,15 = 1,43 \text{ м ва } b = 5,11 \cdot 1,15 = 5,85 \text{ м.}$$

$$\text{Текшириш: } \beta = \frac{5,85}{1,43} = 4,1.$$

5.41-машқ.

Берилган:

Трапеция шаклдаги каналда $Q = 19,6 \text{ м}^3/\text{сек}, v = 1,30 \text{ м/сек}, m = 1, n = 0,025, i = 0,0007$.

Топиш талаб этилади: $b = ?; h = ?$

Ҳисоблаш:

$v = C\sqrt{Ri}$ формуладан

$$C\sqrt{R} = \frac{v}{\sqrt{i}} = \frac{1,30}{\sqrt{0,0007}} = 49,2 \text{ м/сек.}$$

X жадвалдан $n = 0,025, R = 1,352 \text{ м}$ катталиқни аниқлаймиз.

$$F(R_{z, \beta, K}) = 0,137 \frac{19,6}{\sqrt{0,0007}} = 102 \text{ м}^3/\text{сек}$$

$$R_{z, \beta, K} = 1,42 \text{ м, } \frac{R}{R_{z, \beta, K}} = \frac{1,352}{1,42} = 0,952. \text{ XI жадвалдан } h/R_{z, \beta, K} = 1,409 \text{ ва}$$

$b/R_{z, \beta, K} = 3,96$, бундан $h = 1,409 \cdot 1,42 = 2,0$ ва $b = 3,96 \cdot 1,42 = 5,62 \text{ м.}$

Текшириш:

$$\omega = \frac{Q}{v} = \frac{19,6}{1,3} \approx 15,2 \text{ м}^2; \omega = (b + mh)h = (5,62 + 1 \cdot 3)2 \approx 15,2 \text{ м}^2.$$

5.42-машқ.

Берилган:

Парабола шаклидаги канал параметрлари — $Q=12,9 \text{ м}^3/\text{сек}$,
 $h=2,1 \text{ м}$, $n=0,020$, $i=0,0005$.

Ҳисоблаш керак: $p = ?$

Ҳисоблаш:

Шези формуласи асосида танлаб олиш усулидан фойдаланиб, p катталиқ аниқланади. Ҳисоблаш жадвал кўринишида олиб борилади, $Q = f(p)$ графиги қурилиб, ундан берилган сарфга мос келувчи p катталиқ аниқланади (5.9-рasm). Ҳисоблаш $Q_1 > Q > Q_n$ ($n=1, 2, 3, \dots$) шарт бажарилишига қадар олиб борилади.

5.10-жадвал.

$h, \text{ м}$	$\tau = \frac{h}{p}$	$\omega = \frac{1,8856}{\sqrt{\tau}} h^2$ м^2	$\chi = pN$, м	$R = \frac{\omega}{\chi}$, м	$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R$, $\text{м}^{0.5}/\text{сек}$	$C\sqrt{Ri}$, $\text{м}/\text{сек}$	$Q = \omega C\sqrt{Ri}$, $\text{м}^3/\text{сек}$
2,0	1,050	7,90	7,43	1,062	50,48	52,0	9,20
2,5	0,840	9,05	8,00	1,132	50,96	54,2	11,00
3,0	0,700	9,87	8,48	1,164	51,14	55,1	12,20
3,2	0,656	10,25	8,70	1,178	51,28	55,7	12,77
3,0	0,617	10,57	8,92	1,185	51,31	55,8	13,20

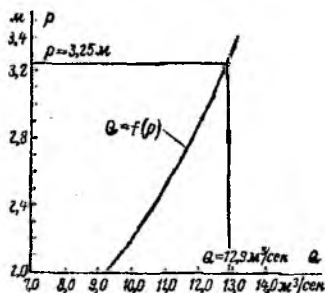
Машқнинг тўғри ҳисобланганлигини Р.М.Каримов усулидан фойдаланиб, текшириш мумкин.

5.43-машқ.

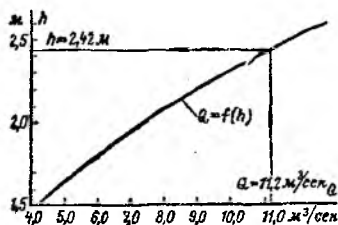
Берилган:

Параболик кесим — $Q=11,2 \text{ м}^3/\text{сек}$, $p=2,9 \text{ м}$, $n=0,0225$, $i=0,0003$.

Ҳисоблаш керак $h = ?$



5.9-рasm



5.10-рasm

Ҳисоблаш:

Ҳисоблаш юкоридаги машқ каби жадвал усулида олиб борилади.

$Q = f(h)$ графигидан берилган сарфга мос келувчи чуқурлик аниқланади.

5.11-жадвал.

$p, \text{ м}$	$\tau = \frac{h}{p}$	$\omega = \frac{1,8856}{\sqrt{\tau}} h^2$ м^2	$\chi = pN, \text{ м}$	$R = \frac{\omega}{\chi}, \text{ м}$	$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R, \text{ м}^{0,5}/\text{сек}$	$C = \sqrt{R}, \text{ м/сек}$	$Q = \omega C \sqrt{Ri}, \text{ м}^3/\text{сек}$
1,5	0,517	5,90	6,82	0,865	43,28	40,3	4,12
2,0	0,690	9,07	8,15	1,112	45,21	47,6	7,50
2,2	0,758	10,48	8,65	1,212	45,83	50,4	9,16
2,4	0,828	11,94	9,20	1,298	46,42	52,9	11,00
2,6	0,896	13,47	9,65	1,397	46,98	55,6	12,96

$h=2,62 \text{ м}$. Машқнинг тўғри ҳисобланганлиги Р.М.Каримов усулидан фойдаланиб, текширилади.

5.44-машқ.

Берилган:

Парабола шаклидаги канал параметрлари – $Q=9,1 \text{ м}^3/\text{сек}$, $n=0,025$, $i=0,0006$, $v=0,9 \text{ м/сек}$.

Топиш керак: $p=?$ $h=?$

Ҳисоблаш: $C\sqrt{R} = \frac{v}{\sqrt{i}} = \frac{0,90}{\sqrt{0,0006}} = 36,7 \text{ м/сек}$.

$n=0,025$ қийматга мос келувчи $R=0,88 \text{ м}$ гидравлик радиус
X жадвалдан аниқланади.

$$F(R_{2,3,K}) = 0,1524 \frac{9,1}{\sqrt{0,0006}} = 56,6; \quad R_{2,3,K} = 1,14 \text{ м};$$

$$\frac{R}{R_{2,3,K}} = \frac{0,88}{1,14} = 0,772$$

XII жадвалдан $h/R_{2,3,K} = 1,204$ ва $p/R_{2,3,K} = 9,96$, бундан
 $h = 1,204 \cdot 1,14 = 1,38 \text{ м}$ ва $p = 9,96 \cdot 1,14 = 11,4 \text{ м}$.

5.45-машқ.

Сегмент кесимли лотокнинг қуйидаги параметрлари берилган
 $Q=5 \text{ м}^3/\text{сек}$, $n=0,014$, $i=0,0009$, $e=0,15 \text{ м}$ (5.3-расм).

Ҳисоблаш керак $r=?$ $h=?$

Ҳисоблаш:

$$F(R_{2,3,K}) = 0,159 \frac{Q}{\sqrt{i}} = 0,159 \frac{5}{\sqrt{0,0009}} = 26,5, \text{ X жадвалдан } R_{2,3,K} = 0,68 \text{ м,}$$

$$\frac{e}{R_{2,3,K}} = \frac{0,15}{0,68} = 0,22 \text{ ва XIII жадвалдан } \frac{r}{R_{2,3,K}} = 2,15 \text{ ва } \frac{h}{R_{2,3,K}} = 1,93$$

қийматларни топамиз. Бундан $r = 2,15 \cdot 0,68 = 1,46 \text{ м}$ ва $h = 1,93 \cdot 0,68 = 1,31 \text{ м}$.

5.46-машқ.

Қуйидаги парметрлари маълум бўлса, полигонал кесимли теплоходлар ҳаракати учун мўлжалланган каналнинг (5.11-расм) чуқурлигини аниқлаймиз: $Q = 80 \text{ м}^3/\text{сек}$, $n = 0,025$, $i = 0,0001$.

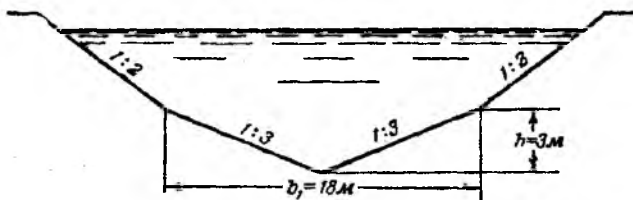
Ҳисоблаш:

$h = h_1$ ихтиёрий қиймат берамиз:

$$\omega_1 = \frac{b_1 h_1}{2} = \frac{3 \cdot 18}{2} = 27,0 \text{ м}^2; \chi_1 = 2\sqrt{h_1^2 + \frac{b_1^2}{4}} = 2\sqrt{9 + 81} = 19,0 \text{ м;}$$

$$R_1 = \frac{27}{19} = 1,42 \text{ м; } C_1 = \frac{1}{n} + 17,72 \lg 1,42 = 42,5 \frac{\text{м}^{0,5}}{\text{сек}}$$

$$Q_1 = 27,0 \cdot 42,5 \sqrt{1,42 \sqrt{0,0001}} = 13,65 \text{ м}^3/\text{сек}.$$



5.11-расм

$Q' < Q_1$ бўлганлиги сабабли $h_1 < h' = 5 \text{ м}$ қиймат берамиз.

$$\omega' = \omega_1 + (h' - h_1) \frac{b_1 + B'}{2} = 27 + 2 \frac{18 + 26}{2} = 71,0 \text{ м}^2;$$

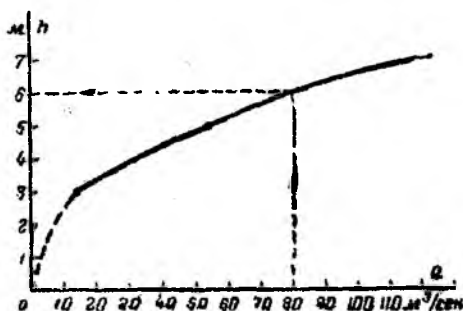
$$\chi' = \chi_1 + 2\sqrt{(h' - h_1)^2 + \left(\frac{B' - b_1}{2}\right)^2} = 19 + 2\sqrt{2^2 + 4^2} = 27,9 \text{ м;}$$

$$R' = \frac{71,0}{27,9} = 2,54 \text{ м;}$$

$$Q = 71,0 \left(\frac{1}{0,025} + 17,72 \lg 2,54 \right) \sqrt{2,54 \sqrt{0,0001}} = 53,2 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

$Q > Q'$ бўлганлиги учун $h = h'' = 7$ м кийматини берамиз. $Q' = 122,5$ м³/сек.

$Q = f(h)$ графигини чизамиз (5.12-расм), бундан берилган сарфга мос келувчи чуқурлик топилади $h = 6,0$ м.



5.12-расм.

Машкнинг тўғри ҳисобланганлиги Р.М.Каримов усулидан фойдаланиб, текширилади.

5.47-машқ.

Трапеция шаклдаги каналнинг куйидаги параметрлари берилган:

$L = 2000$ км, $Q = 600$ м³/сек, $h = 5,0$ м, $\nabla_1 - \nabla_2 = 50$ м, $m = 2,0$, $n = 0,020$.

Топиш керак: b -?

Жавоб: $b = 200$ м.

5.48-машқ.

Трапеция шаклдаги каналнинг куйидаги параметрлари берилган:

а) $Q = 10,0$ м³/сек, $h = 1,2$ м, $m = 2,5$, $n = 0,025$, $i = 0,0004$;

б) $Q = 0,82$ м³/сек, $h = 0,8$ м, $m = 1,0$, $n = 0,014$, $i = 0,001$;

в) $Q = 1,26$ м³/сек, $h = 0,93$ м, $m = 0,75$, $n = 0,012$, $i = 0,0007$;

г) $Q = 0,63$ м³/сек, $h = 0,35$ м, $m = 0,0$, $n = 0,012$, $i = 0,002$;

д) $Q = 9,2$ м³/сек, $h = 1,4$ м, $m = 1,5$, $n = 0,025$, $i = 0,0016$;

е) $Q = 18,0$ м³/сек, $h = 1,62$ м, $m = 2,0$, $n = 0,0225$, $i = 0,0005$;

Ҳисоблаш керак: b -?

Жавоб: а) $b = 8,1$ м; б) $b = 0,18$ м; в) $b = 0,39$ м; г) $b = 1,23$ м;

д) $b = 2,5$ м; е) $b = 6,9$ м.

5.49-машқ.

Параболик кесимли каналнинг қуйидаги параметрлари берилган:

а) $Q = 1,1 \text{ м}^3/\text{сек}$, $h = 0,4 \text{ м}$, $n = 0,020$, $i = 0,001$;

б) $Q = 2,3 \text{ м}^3/\text{сек}$, $h = 0,9 \text{ м}$, $n = 0,017$, $i = 0,0001$;

в) $Q = 5,6 \text{ м}^3/\text{сек}$, $h = 1,1 \text{ м}$, $n = 0,0225$, $i = 0,0004$;

г) $Q = 30,2 \text{ м}^3/\text{сек}$, $h = 2,7 \text{ м}$, $n = 0,030$, $i = 0,0002$;

д) $Q = 19,4 \text{ м}^3/\text{сек}$, $h = 2,0 \text{ м}$, $n = 0,020$, $i = 0,0004$;

е) $Q = 12,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, $h = 1,4 \text{ м}$, $n = 0,0225$, $i = 0,0006$;

Ҳисоблаш керак p -?

Жавоб: а) $p = 12,5 \text{ м}$; б) $p = 12,0 \text{ м}$; в) $p = 13,0 \text{ м}$; г) $p = 26,9 \text{ м}$;

д) $p = 10,0 \text{ м}$; е) $p = 14,6 \text{ м}$.

5.50-машқ.

5.41-машқдаги сарф $Q = 40,0 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлса, чуқурликни аниқланг.

Жавоб: $h = 4,3 \text{ м}$.

5.51-машқ.

Қўндаланг кесими тўғри тўртбурчак шаклидаги лотокдан $h_1 = 1,0 \text{ м}$ ва $h_2 = 2,0 \text{ м}$ чуқурликда сув оқими ўтса, $b = 2,0 \text{ м}$, $i = 0,012$ параметрлар маълум бўлганда Q_2/Q_1 сарфлар муносабатини аниқланг.

Жавоб: $Q_2/Q_1 = 4,3$ марта.

5.52-машқ.

Сегмент шаклидаги кесимли лоток

Берилган:

$Q = 1,5 \text{ м}^3/\text{сек}$, $h = 1,0 \text{ м}$, $n = 0,017$, $i = 0,0004$;

Ҳисоблаш керак: r = ?

Жавоб: $r = 14,4 \text{ см}$.

5.53-машқ.

Тўғри тўртбурчак шаклидаги кесимли лоток.

Берилган:

$b = 1,0 \text{ м}$, $Q = 0,14 \text{ м}^3/\text{сек}$, $i = 0,001$;

Ҳисоблаш керак: h = ?

Жавоб: $h = 14,4 \text{ см}$.

5.54-машқ.

Трапеция шаклдаги канал.

Берилган:

- а) $Q = 0,5 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b = 0,4 \text{ м}$, $m = 1,0$, $n = 0,030$, $i = 0,001$;
б) $Q = 4,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b = 5,0 \text{ м}$, $m = 1,0$, $n = 0,020$, $i = 0,0005$;
в) $Q = 3,5 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b = 4,03 \text{ м}$, $m = 1,5$, $n = 0,025$, $i = 0,0002$;
г) $Q = 3,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b = 2,0 \text{ м}$, $m = 1,0$, $n = 0,014$, $i = 0,0008$;

Аниқлаш керак $h = ?$

Жавоб: а) $h = 0,82 \text{ м}$; б) $h = 0,83 \text{ м}$; в) $h = 1,2 \text{ м}$; г) $h = 0,79 \text{ м}$.

5.55-машқ.

Парабола шаклдаги кесимли канал.

Берилган:

Аниқлаш керак $h = ?$

- а) $Q = 12,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, $p = 14,58 \text{ м}$, $n = 0,0225$, $i = 0,0006$;
б) $Q = 8,6 \text{ м}^3/\text{сек}$, $p = 14,58 \text{ м}$, $n = 0,0225$, $i = 0,0006$;
в) $Q = 6,4 \text{ м}^3/\text{сек}$, $p = 10,44 \text{ м}$, $n = 0,025$, $i = 0,00058$;
г) $Q = 36,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, $p = 18,9 \text{ м}$, $n = 0,0275$, $i = 0,000625$;

Жавоб: а) $h = 1,4 \text{ м}$; б) $h = 1,2 \text{ м}$; в) $h = 1,2 \text{ м}$; г) $h = 2,36 \text{ м}$.

5.56-машқ.

Сегмент шаклдаги кесимли лоток.

Берилган:

$r = 2,0 \text{ м}$, $i = 0,0006$, $n = 0,017$, $Q_1 = 2,5 \text{ м}^3/\text{сек}$, $Q_2 = 1,5 \text{ м}^3/\text{сек}$,
 $Q_3 = 0,8 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Ҳисоблаш керак: $h_1 - ?$ $h_2 - ?$ $h_3 - ?$

Жавоб: $h_1 = 0,99 \text{ м}$, $h_2 = 0,68 \text{ м}$, $h_3 = 0,57 \text{ м}$.

5.57-машқ.

Турли ўтказувчанлик қобилиятига эга бўлган соҳалардан иборат трапециодал шаклли канал берилган. Бутун узунликда $h = 1,25 \text{ м}$ чуқурлик мавжуд бўлиши учун канал тубининг кенгликлари қандай бўлиши керак?

I соҳа: $Q = 10,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, $m = 1,5$, $n = 0,0225$, $i = 0,0003$;

II соҳа: $Q = 5,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, $m = 1,5$, $n = 0,0225$, $i = 0,0003$;

III соҳа: $Q = 3,2 \text{ м}^3/\text{сек}$, $m = 1,5$, $n = 0,025$, $i = 0,0005$;

Жавоб: $b_I = 8,65 \text{ м}$, $b_{II} = 3,98 \text{ м}$, $b_{III} = 1,75 \text{ м}$.

5.58-машқ.

Гидравлик энг қулай кесимли тўғри тўртбурчак шаклдаги ёғоч материалдан тайёрланган лотокни ҳисобланг. Бунда

$$n = 0,014, Q = 1,41 \text{ м}^3/\text{сек}, i = 0,0009;$$

$$\text{Жавоб: } b = 1,54 \text{ м}, h = 0,77 \text{ м}.$$

5.59-машқ.

Гидравлик энг қулай трапеция шаклдаги канални ҳисобланг.

$$m = 2,5, n = 0,012, Q = 15,0 \text{ м}^3/\text{сек}, i = 0,0016.$$

$$\text{Жавоб: } b = 0,54 \text{ м}, h = 1,40 \text{ м}.$$

5.60-машқ.

Гидравлик энг қулай трапеция шаклдаги канални ҳисобланг ва тубини узунлик бўйича нишаблигини аниқланг.

$$Q = 10,0 \text{ м}^3/\text{сек}, m = 1,0, n = 0,017, v = 0,7 \text{ м/сек}.$$

$$\text{Жавоб: } b = 2,3 \text{ м}, h = 2,8 \text{ м}, i = 0,00965.$$

5.61-машқ.

Парабола шаклидаги гидравлик энг қулай кесимли канални ҳисобланг. Бунда

$$Q = 27,0 \text{ м}^3/\text{сек}, n = 0,020, i = 0,0004$$

$$\text{Жавоб: } h = 4,02 \text{ м}, p = 2,18 \text{ м}.$$

5.62-машқ.

Трапеция шаклидаги каналнинг берилган сарфини ўтказиши учун керакли кесим ўлчамларини аниқланг.

$$v = 0,7 \text{ м/сек}, \text{ бунда } Q = 4,25 \text{ м}^3/\text{сек}, m = 1,5, n = 0,0225, i = 0,0004$$

$$\text{Жавоб: } h = 0,9 \text{ м}, b = 5,4 \text{ м}.$$

5.63-машқ.

Парабола шаклидаги кесимли каналнинг ўтказувчанлик қобилятини ҳисобланг.

$$Q = 6,4 \text{ м}^3/\text{сек}, \text{ бунда } h = 1,2 \text{ м}, v = 0,8 \text{ м/сек}, n = 0,025.$$

$$\text{Жавоб: } p = 10,44 \text{ м}; i = 0,00058.$$

5.64-машқ.

Парабола шаклидаги кесимли каналнинг ўтказувчанлик қобилятини ҳисобланг.

$$Q = 7,3 \text{ м}^3/\text{сек}, \text{ агар } n = 0,017, i = 0,0011, v = 1,45 \text{ м/сек}.$$

$$\text{Жавоб: } h = 1,0 \text{ м}, p = 7,38 \text{ м}.$$

5.65-машқ.

Трапеция шаклдаги канални лойихалаштиришда $i = 0,0004$, $Q = 10,0$ $\text{м}^3/\text{сек}$ параметрларига мос келувчи гидравлик радиуснинг энг катта қийматини ҳисобланг. Грунт оғир суглинок.

Ҳисоблаш:

Гидравлик радиуснинг энг катта қиймати ювилувчанлик тезлиги катталигига ва гидравлик энг қулай кесимга мос келувчи қиймат бўлиши ҳамда Q сарф энг катта максимал қийматга эга бўлиши керак.

$$F(R_{2,3,K}) = (4m_0)^{-1} \frac{Q}{\sqrt{i}} = 0,128 \frac{10}{\sqrt{0,0004}} = 64,0 \text{ м}^3/\text{сек}$$

X жадвалдан $R_{2,3,K} = 1,19$ м.

Берилган грунтларга боғлиқ ҳолда IX, II жадвалдан $m = 1,25$, $n = 0,0025$

$$(C\sqrt{R})_0 = \frac{v_0}{\sqrt{i}}$$

$$\text{XIV жадвалдан } v_0 = 1,20 \text{ м/сек, бундан } (C\sqrt{R})_0 = \frac{1,2}{\sqrt{0,0004}} = 60,0,$$

X жадвалдан $R_0 = 1,84$ м.

Нихоят $R_{2,3,K} < R_0$ демак, $R < R_{2,3,K} = 1,19$ м.

5.66-машқ.

Берилган:

$i = 0,0002$, $n = 0,0275$; $\rho = 2 \text{ кг/м}^3$, бунда $W = 0,0018 \text{ м/сек}$.

Гидравлик радиуснинг энг кичик қийматини топинг.

Ҳисоблаш:

XVIII жадвалдан Φ_n ёрдамчи функцияни аниқлаймиз.

ρ ва W га боғлиқ Φ_n функция $\Phi_n = 0,14$.

$$\varphi(R_n) = \frac{\Phi_n}{\sqrt{i}} = \frac{0,14}{\sqrt{0,0002}} = 9,9 \text{ XIX жадвалдан } h = 0,0275 \text{ га } R_{n,6} = 1,28 \text{ м}$$

мос келади. Аниқланган катталик лойқа босмайдиган каналнинг энг кичик гидравлик радиуси бўлиши мумкин.

5.67-машқ.

Куйидаги параметрлар берилган бўлса, парабола шаклдаги кесимли каналнинг энг катта гидравлик радиусини аниқланг:

$i = 0,0009$, $Q = 15,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, $n = 0,020$, $v_0 = 1,5 \text{ м/сек}$.

Ҳисоблаш:

$$F(R_{2,3,K}) = 0,1524 \frac{Q}{\sqrt{i}} = 0,1524 \frac{15}{\sqrt{0,0009}} = 76,2 \text{ м}^3/\text{сек аниқлаймиз}$$

X жадвалдан $R_{r, \text{э.к}} = 1,17 \text{ м}$.

$$(C\sqrt{R})_{ю} = \frac{v_{ю}}{\sqrt{i}} = \frac{1,5}{\sqrt{0,0009}} = 50,0$$

X жадвалдан $R_{ю} = 1,0 \text{ м}$.

$R_{ю} < R_{r, \text{э.к}}$ бўлганлиги учун гидравлик радиуснинг энг катта қиймати

$R = R_{ю} = 1,0 \text{ м}$.

5.68-машқ.

Қуйидаги параметрлар берилган бўлса, каналнинг йўл қўйиладиган энг кичик тезлигини аниқланг:

$$i = 0,0004, n = 0,025, \rho = 2 \text{ кг/м}^3, W = 0,0020 \text{ м/сек.}$$

$$\text{Жавоб: } v_{ю} = 0,62 \text{ м/сек.}$$

5.69-машқ.

$Q = 26,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, $n = 0,020$, $i = 0,0004$ параметрларга эга парабола шаклдаги кесимли канални ювилмайдиган ва лойка босмайдиган ҳолатда бўлишини таъминлаган ҳолда лойихалаштиринг. Бунда $\rho = 4,5 \text{ кг/м}^3$, $W = 0,0008 \text{ м/сек}$, $v_{ю} = 1,2 \text{ м/сек}$.

Ҳисоблаш:

XVIII жадвалдан Φ_n ёрдамчи функцияни аниқлаймиз. Бу ҳолатда $\Phi_n = 0,168$.

$$\phi(R_{\text{э.б}}) = \frac{\Phi_n}{\sqrt{i}} = \frac{0,168}{\sqrt{0,0004}} = 8,4, \text{ XIX жадвалдан, } n = 0,020 \text{ га мос}$$

келувчи, $R_{\text{э.б}} = 0,70 \text{ м}$ аниқлаймиз, бундан $v_{\text{э.б}} = (C\sqrt{R})_{\text{э.б}} \sqrt{i} = 39,53 \sqrt{0,0004} = 0,8 \text{ м/сек}$, бунда $(C\sqrt{R})_{\text{э.б}} = 39,53$, X жадвалдан аниқланди ($n = 0,020$ ва $R_{\text{э.б}} = 0,70 \text{ м}$ қийматлари учун).

$$F(R_{r, \text{э.к}}) = 0,1524 \frac{Q}{\sqrt{i}} = 0,1524 \frac{26}{\sqrt{0,0004}} = 198,0$$

X жадвалдан $n = 0,020$ учун $R_{\text{э.б}} = 1,68 \text{ м}$ ва $(C\sqrt{R})_{\text{э.б}} = 69,95 \text{ м/сек}$.

У ҳолда $v_{r, \text{э.к}} = (C\sqrt{R})_{r, \text{э.к}} \sqrt{i} = 69,95 \sqrt{0,0004} = 1,40 \text{ м/сек}$.

$$(C\sqrt{R})_{ю} = \frac{v_{ю}}{\sqrt{i}} = \frac{1,2}{\sqrt{0,0004}} = 60,0 \text{ ва X жадвалдан } n = 0,20 \text{ бўлганда } R_{ю} = 1,33 \text{ м.}$$

Демак, $R_{ю} < R_{r, \text{э.к}}$ бўлганлиги сабабли, $R_{\text{э.б}} < R < R_{ю}$ шарт бажарилиши керак, яъни $0,70 < R < 1,33 \text{ м}$.

Бундан $R \rightarrow R_{ю} = 1,33$, $R = 1,30 \text{ м}$ деб қабул қилишимиз мумкин.

Натижада $R/R_{z, \kappa} = 1,30/1,68 = 0,771$, XII жадвалдан $h/R_{z, \kappa} = 1,202$, $p/R_{z, \kappa} = 10,02$, $B/R_{z, \kappa} = 9,82$, $v/v_{z, \kappa} = 0,839$. Бу муносабатлардан $h = 1,202 \cdot 1,68 = 2,02$ м, $p = 10,02 \cdot 1,68 = 16,8$ м, $B = 9,82 \cdot 1,68 = 16,5$ м, $v = 0,839 \cdot 1,40 = 1,175$ м/сек, $v < v_{\kappa} = 1,20$ м/сек.

5.70-машқ.

Қуйидаги параметрларга мос келувчи трапеция шаклдаги канални ювилмаслик ва лойка босмаслик шартлари бажарилган ҳолда лойихалаштиринг.

$Q = 38$ м³/сек, $n = 0,025$, $i = 0,0006$, $\rho = 3$ кг/м³, $W = 0,0035$ м/сек, $v_{\kappa} = 1,40$ м/сек, $m = 1,25$.

Ҳисоблаш:

Авваламбор канални лойка босмаслик шароитида ҳисоблаймиз.

XVIII жадвалдан $\Phi_n = 0,240$ — ёрдамчи функцияни аниқлаймиз.

$$\varphi(R_{\kappa,6}) = \frac{\Phi_n}{\sqrt{i}} = \frac{0,240}{0,0006} = 9,8$$

XIX жадвалдан, $\varphi(R_{\kappa,6}) = 9,8$ ва $n = 0,025$. Бундан $R_{\kappa,6} = 1,11$ м.

X жадвалдан $R_{\kappa,6} = 1,11$ м ва $n = 0,025$ бўлса, $(C\sqrt{R})_{\kappa,6} = 43,0$. Бундан $v_{\kappa} = (C\sqrt{R})_{\kappa,6} \sqrt{i} = 43,0 \sqrt{0,0006} = 1,05$ м/сек.

Энди гидравлик энг қулай кесим учун гидравлик радиус ва тезликни аниқлаймиз:

$$F(R_{z, \kappa}) = (4m_0)^{-1} \frac{Q}{\sqrt{i}} = 0,128 \frac{38}{\sqrt{0,0006}} = 199,0$$

X жадвалдан $n = 0,025$ учун, $R_{z, \kappa} = 1,82$ м; $(C\sqrt{R})_{z, \kappa} = 60,3$

$$v_{z, \kappa} = (C\sqrt{R})_{z, \kappa} \sqrt{i} = 60,3 \sqrt{0,0006} = 1,48$$
 м/сек.

$$(C\sqrt{R})_{z, \kappa} = \frac{v_{z, \kappa}}{\sqrt{i}} = \frac{1,40}{\sqrt{0,0006}} = 57$$

X жадвалдан $n = 0,025$ учун, $R_{\kappa} = 1,69$ м ни аниқлаймиз.

$R_{\kappa} < R_{z, \kappa}$ бўлганлиги учун, $R_{\kappa,6} < R < R_{\kappa}$ бўлиши керак.

С.А.Гиршканнинг эмпирик ифодасидан фойдаланиб, нисбий кенгликни аниқлаймиз.

$$\beta = 3\sqrt[4]{Q} - m = 3\sqrt[4]{38} - 1,25 = 6,20$$

бундан

$$\sigma = \frac{m_0}{\beta + m} = \frac{1,952}{6,20 + 1,25} = 0,262$$

XI жадвалдан $\sigma = 0,262$ бўлганда $h/R_{z, \kappa} = 1,08$, $R/R_{z, \kappa} = 0,856$, $b/R_{z, \kappa} = 6,70$, $v/v_{z, \kappa} = 0,900$. Бу муносабатлардан $h = 1,82 \cdot 1,08 = 1,97$ м,

$b = 1,82 \cdot 6,70 = 12,2$ м, $R = 1,56$ м < $R_{ю} = 1,69$ м ва $v = 0,90 \cdot 1,48 = 1,33$ м/сек < $v_{ю} = 1,40$ м/сек.

Демак $R_{лб} < R < R_{ю}$ шарт бажарилмоқда. Аниқланган параметрлар билан лойихалаштирилган канални лойқа босмайди ва у ювилмайди.

5.71-машқ.

Трапеция шаклдаги каналнинг $Q_{\max} = 36$ м³/сек, $Q_{\text{норм}} = 25$ м³/сек, $Q_{\min} = 16$ м³/сек сарфлар ўтказганда лойқа босмайдиган ва ювилмайдиган ҳолда бўлишини таъминлаб лойихалаштиринг. Грунт – зич тупроқ, ўртача таъмирланган ҳолатдаги канал. $\rho = 1,0$ кг/м³, $W = 0,0035$ м/сек, $i = 0,0008$.

Ҳисоблаш:

Ҳисоблашни қуйидаги кетма-кетликда олиб борамиз:

1. Грунтга қараб, IX жадвалдан $m = 1,0$ ни аниқлаймиз. II жадвалдан эса $n = 0,025$.

2. Канални кесим бўйича тубининг кенглигини $Q_{\max} = 36$ м³/сек шарт учун аниқлаймиз. Бунда канални лойқа босмаслиги ва у ювилмаслиги керак.

$$F(R_{z.z.k}) = \frac{1}{(4m_0)} \frac{Q_{\max}}{\sqrt{i}} = \frac{1}{7,312} \frac{36}{\sqrt{0,0008}} = 174,0 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

X жадвалдан $n = 0,025$ бўлганда $R_{z.z.k} = 1,74$ м.

Энди $R_{ю}$ қийматини аниқлаймиз. XVI жадвалдан $v_{ю} = 1,40$ м/сек. Бундан

$$(C\sqrt{R})_{ю} = \frac{v_{ю}}{\sqrt{i}} = \frac{1,4}{\sqrt{0,0008}} = 49,4$$

$R_{ю} = 1,36$ м. ($n = 0,025$ учун X жадвалга қаранг)

$R_{лб}$ қийматини ҳисоблаш учун XVIII жадвалдан $\Phi_n = 0,1547$ ёрдамчи функцияни аниқлаймиз. Бундан

$$\varphi(R_{лб}) = \frac{\Phi_n}{\sqrt{i}} = \frac{0,1547}{\sqrt{0,0008}} = 5,47, \quad R_{лб} = 0,44 \text{ м}$$

(XIX жадвалдан $n = 0,025$ қиймат учун)

Демак, $R_{ю} = 0,36$ м < $R_{z.z.k} = 1,74$; $R_{лб} < R < R_{ю}$ шартга асосан R гидравлик радиус қийматини $R_{лб} = 0,44$ м ва $R_{ю} = 1,36$ м ораликда танлашимиз керак.

Бундан $R \rightarrow R_{ю}$, $R = 1,30$ м деб қабул қилишимиз мумкин.

$$\frac{R}{R_{z.z.k}} = \frac{1,35}{1,74} = 0,776$$

XI жадвалдан фойдаланиб, $h_{\text{макс}}/R_{\text{э.э.к}} = 0,911$, $b/R_{\text{э.э.к}} = 8,67$. Бу муносабатлардан $h_{\text{макс}} = 1,74 \cdot 0,911 = 1,59$ м, $b = 1,74 \cdot 8,67 = 15,1$ м.

Каналда ҳаракатланаётган оқимнинг максимал чуқурлигини аниқлаб, $v_{\text{ю}}$ – тезлик қийматини аниқлаймиз. XVI жадвалдан $v_{\text{ю}} = 1,4$ м/сек. Демак, дастлабки қабул қилинган ювилмаслик тезлиги тўғри қабул қилинган.

3. Каналдаги оқим сарфи $Q_{\text{норм}} = 25$ м³/сек нормал микдорда бўлган ҳолат учун гидравлик ҳисобни бажарамиз.

$$F(R_{\text{э.э.к}}) = \frac{1}{(4m_0)} \frac{Q_{\text{норм}}}{\sqrt{i}} = \frac{1}{7,312} \frac{25}{\sqrt{0,0008}} = 120,0 \text{ м}^3/\text{сек}$$

X жадвалдан $n = 0,025$ учун $R_{\text{э.э.к}} = 1,50$ м ни аниқлаймиз ва $(C\sqrt{R})_{\text{э.э.к}} = 52,80$.

$$\frac{b}{R_{\text{э.э.к}}} = \frac{1,35}{1,74} = 0,776.$$

XI жадвалдан $h_0/R_{\text{э.э.к}} = 0,835$, $v/v_{\text{э.э.к}} = 0,8102$. Бундан $h_0 = 1,50 \cdot 0,835 = 1,25$ м.

$$v_{\text{э.э.к}} = (C\sqrt{R})\sqrt{i} = 52,80\sqrt{0,0008} = 1,50 \text{ м/сек}$$

$v = 0,8102 \cdot 1,50 = 1,20$ м/сек, бунда $h = 1,0$ ҳолат учун. (XVI жадвалга асосан)

4. Канални $Q_{\text{мин}} = 16$ м³/сек сарф учун лойқа босмасликка текширамыз.

$$F(R_{\text{э.э.к}}) = \frac{1}{(4m_0)} \frac{Q_{\text{мин}}}{\sqrt{i}} = \frac{1}{7,312} \frac{16}{\sqrt{0,0008}} = 77,5 \text{ м}^3/\text{сек}$$

X жадвалдан $n = 0,025$ учун $R_{\text{э.э.к}} = 1,28$ м ни аниқлаймиз ва $(C\sqrt{R})_{\text{э.э.к}} = 47,39$. Бундан

$$v_{\text{э.э.к}} = (C\sqrt{R})\sqrt{i} = 47,39\sqrt{0,0008} = 1,34 \text{ м/сек}$$

$$\frac{b}{R_{\text{э.э.к}}} = \frac{15,1}{1,28} = 11,8.$$

XI жадвалдан $h_{\text{мин}}/R_{\text{э.э.к}} = 0,759$, $v_{\text{мин}}/v_{\text{э.э.к}} = 0,774$. Бундан $h_{\text{мин}} = 1,28 \cdot 0,759 = 0,97$ м, $v_{\text{мин}} = 0,774 \cdot 1,34 = 1,04$ м/сек.

X жадвалдан $R_{\text{э.б}} = 0,44$ м ва $n = 0,025$. $(C\sqrt{R})_{\text{э.б}} = 22,34$ ни аниқлаймиз.

$$v_{\text{ю}} = (C\sqrt{R})\sqrt{i} = 22,34\sqrt{0,0008} = 0,63 \text{ м/сек}$$

Демак, $v_{\text{мин}} > v_{\text{ю}}$ – канални лойқа босмайди.

5.72-машқ.

Трапеция шаклдаги каналнинг туби нишаблигини энг катта ва мос кичик қийматларини йўл қўйиладиган тезликларни ҳисобга олиб ҳисобланг.

$Q = 1,5 \text{ м}^3/\text{сек}$, $m = 1,0$, $n = 0,0225$, $\beta = 2,32$, $\rho = 0,7 \text{ кг/м}^3$, бунда $W = 0,00278 \text{ м/сек}$, $v_{ю} = 0,7 \text{ м/сек}$.

Ҳисоблаш:

Е.А.Замарин формуласини асосан, $R = 0,5 \text{ м}$, $i = 0,0004$ катталикларга асосан $v_{ю} = 0,22 \text{ м/сек}$ катталикнинг дастлабки қийматини ҳисоблаймиз.

Нишабликнинг энг катта максимал қийматини аниқлаймиз.

$$v = v_{ю} = 0,70 \text{ м/сек},$$

бундан

$$\omega = \frac{Q}{v} = 2,14 \text{ м}^2, \quad \omega = bh + mh^2 = h^2(\beta + m),$$

бунда

$$h = \sqrt{\frac{\omega}{\beta + m}} = 0,796 \text{ м ва } b = \beta h = 2,32 \cdot 0,796 = 1,85 \text{ м}$$

бундан

$$\chi = 4,1 \text{ м}, \quad R = 0,545 \text{ м}.$$

Х жадвалдан $n = 0,0225$ бўлганда $C\sqrt{R} = 29,36$.

$$i_{\text{мокс}} = \frac{v^2}{(C\sqrt{R})^2} = \frac{0,7^2}{29,36^2} = 0,00057$$

Олинган натижалар R ва $i_{\text{мин}}$ — $v_{ю}$ катталикни ҳисоблашдаги қийматлардан фарқ қилади. Шу сабабли $R = 0,8 \text{ м}$, $i = 0,0003$ қийматлар учун Е.А.Замарин формуласидан фойдаланиб, $v_{ю} = 0,36 \text{ м/сек}$ қийматни ҳисоблаймиз.

Энди, параметрларни аниқ қийматини ҳисоблаймиз.

$$\omega = 4,17 \text{ м}^2, \quad h = 1,12 \text{ м}, \quad b = 2,6 \text{ м}, \quad \chi = 5,76 \text{ м}, \quad R = 0,725 \text{ м},$$

$$C\sqrt{R} = 35,73, \quad i_{\text{мин}} = 0,000101$$

Олинган $i_{\text{мин}}$ катталикни натижавий деб ҳисоблаш мумкин.

5.73-машқ.

Берилган:

$$h=2,5 \text{ м}, b=5 \text{ м}, m=2,0, i=0,0008, n=0,025$$

Аниқлаш керак Q

Ҳисоблаш тартиби:

1. Ҳаракатдаги кесим ва ҳўлланганлик периметрлар катталиги ҳисобланади:

$$\omega = (b + mh)h = (5 + 2,0 \cdot 2,5)2,5 = 25 \text{ м}^2$$

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 5 + 2 \cdot 2,5\sqrt{1 + 2,0^2} = 16,18 \text{ м}$$

2. Гидравлик радиус ҳисобланади:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{25}{16,18} = 1,55 \text{ м}.$$

3. Маннинг формуласидан фойдаланиб, Шези коэффиценти ҳисобланади:

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} = \frac{1}{0,025} \cdot 1,55^{\frac{1}{6}} = 43,01 \text{ м}^{0,5}/\text{сек}$$

Шези коэффиценти (C) ни Маннинг формуласи асосида тузилган жадвал ёки Н.Н. Павловский махсус графиги ёрдамида ҳам аниқлаш мумкин (қаранг 7.1-жадвал ва 7.2-расм):

4. Оқим сарфи ҳисобланади:

$$Q = \omega v = \omega C \sqrt{Ri} = 25 \cdot 43,01 \sqrt{1,55 \cdot 0,0008} = 37,8 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

5.74-машқ.

Берилган:

$$m=1,75, i=0,0005, n=0,017, Q=18 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Аниқлаш керак b ва h

Ҳисоблаш тартиби:

1. Гиришкан формуласига асосан канал тубининг кенглигини аниқлаймиз:

$$b_{\Gamma} = A Q^x = 1,5 \cdot 18^{2/3} = 10,3 \text{ м} = 10,0 \text{ м}$$

Агар $Q < 1,5 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлса, у ҳолда, $A = 1,4$; $x = 0,85$,

Агар $Q = (1,5 \dots 50)$, у ҳолда $A = 1,5$; $x = 2/3$,

Агар $Q > 50 \text{ м}^3/\text{с}$ бўлса, у ҳолда $A = 1,3$; $x = 2/3$,

b_{Γ} катталиги киймати стандарт b_{cm} кийматга яхлитланади.

Стандарт кийматлар b_{cm} : 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,8; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0 ва хоказо ҳар 1 м;

2. N параметр ҳисобланади:

$$N = \frac{n}{\sqrt{i}} = \frac{0,017}{\sqrt{0,0005}} = 0,76;$$

3. M ва m' параметрлар ҳисобланади:

$$M = 2\sqrt{1+m^2} - m = 2\sqrt{1+1,75^2} - 1,75 = 2,28;$$

$$m' = \sqrt{1+m^2} = \sqrt{1+1,75^2} = 2,02;$$

4. Оқимнинг ўзандаги ҳаракатида йўл қўйиладиган энг катта – максимал тезлик ҳисобланади:

$$v_{\max} = \frac{1}{N} \left[\frac{QN}{4M} \right]^{\frac{1}{4}} = \frac{1}{0,76} \left[\frac{18 \cdot 0,76}{4 \cdot 2,28} \right]^{\frac{1}{4}} = 1,46 \text{ м/с};$$

5. Оқимнинг ўртача тезлиги ҳисобланади:

$$v = 0,826 v_{\max} = 0,826 \cdot 1,46 = 1,21 \text{ м/с};$$

6. Ҳаракатдаги кесим юзаси ҳисобланади:

$$\omega = \frac{Q}{v} = \frac{18}{1,21} = 14,88 \text{ м}^2;$$

7. Гидравлик радиус ҳисобланади:

$$R = [Nv]^{\frac{2}{3}} = [0,76 \cdot 1,21]^{\frac{2}{3}} = 0,88 \text{ м};$$

8. Ҳўлланган периметр ҳисобланади:

$$\chi = \frac{\omega}{R} = \frac{14,88}{0,88} = 16,91 \text{ м};$$

9. Қуйидаги математик ўзгартиришларни бажарамиз:

$$\chi = b + 2h\sqrt{1+m^2} = b + 2hm' \Rightarrow b = \chi - 2hm'$$

$$\omega = (b + mh)h = (\chi - 2hm' + mh)h = \chi h - 2m'h^2 + mh^2$$

бундан,

$$(2m' - m)h^2 - \chi h + \omega = 0 \text{ ёки } Mh^2 - \chi h + \omega = 0,$$

бундан, оқимнинг чуқурлигини қуйидагича ҳисобланади:

$$h_{1,2} = \frac{-\chi \pm \sqrt{(-\chi)^2 - 4M\omega}}{2M};$$

$$h_1 = \frac{\chi + \sqrt{\chi^2 - 4M\omega}}{2M} = \frac{16,91 + \sqrt{16,91^2 - 4 \cdot 2,28 \cdot 14,88}}{2 \cdot 2,28} = 6,4 \text{ м}$$

$$h_2 = \frac{\chi - \sqrt{\chi^2 - 4M\omega}}{2M} = \frac{16,91 - \sqrt{16,91^2 - 4 \cdot 2,28 \cdot 14,88}}{2 \cdot 2,28} = 1,02 \text{ м}$$

Текшириш:

$$Q = \omega C \sqrt{Ri} = 14,88 \cdot \frac{1}{0,017} \cdot 0,88^{\frac{1}{2}} \sqrt{0,88 \cdot 0,0005} = 17,97 \text{ м}^3/\text{с}.$$

5.75-машқ.

Берилган:

$$b=6 \text{ м}, m=2,5, v=0,8 \text{ м/с}, n=0,02, Q=9 \text{ м}^3/\text{с}$$

Аниқлаш керак h ва i

Ҳисоблаш тартиби:

1. Ҳаракатдаги кесим юзаси ҳисобланади:

$$\omega = \frac{Q}{v} = \frac{9}{0,8} = 11,25 \text{ м}^2;$$

2. Трапециодал шакли кесимга эга канал учун ҳаракатдаги есимни ҳисоблаш формуласига асосан:

$$\omega = (b + mh)h \Rightarrow mh^2 + bh - \omega = 0$$

бундан,

$$h = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4m\omega}}{2m}$$

$$h_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 + 4m\omega}}{2m} = \frac{-6 + \sqrt{6^2 + 4 \cdot 2,5 \cdot 11,25}}{2 \cdot 2,5} = \frac{6,19}{5} = 1,24 \text{ м}$$

$$h_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 + 4m\omega}}{2m} = \frac{-6 - \sqrt{6^2 + 4 \cdot 2,5 \cdot 11,25}}{2 \cdot 2,5} = \frac{18,19}{5} = -3,64 \text{ м}$$

3. Ҳўлланган периметрни ҳисоблаймиз:

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 6 + 2 \cdot 1,24\sqrt{1 + 2,5^2} = 12,68 \text{ м};$$

4. Гидравлик радиусини ҳисоблаймиз:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{11,25}{12,68} = 0,89 \text{ м};$$

5. Канал туби нишаблигини ҳисоблаймиз:

$$i = \frac{\left| \frac{vn}{R^3} \right|^2}{\left| \frac{0,8 \cdot 0,02}{0,89^3} \right|^2} = 0,000299.$$

Текшириш:

$$Q = \omega C \sqrt{Ri} = 11,25 \cdot \frac{1}{0,02} \cdot 0,89^6 \sqrt{0,89 \cdot 0,000299} = 9 \text{ м}^3/\text{с}.$$

5.76-машқ.

Берилган:

$$m=1,5, n=0,02, Q=7 \text{ м}^3/\text{с}, i=0,0005, R=0,8R_{\max}$$

Аниқлаш керак: b, h .

Ҳисоблаш тартиби:

1. N параметр ҳисобланади:

$$N = \frac{n}{\sqrt{i}} = \frac{0,02}{\sqrt{0,0005}} = 0,447;$$

2. M ва m' параметрлар ҳисобланади:

$$M = 2\sqrt{1+m^2} - m = 2\sqrt{1+1,5^2} - 1,5 = 2,106; \quad m' = \sqrt{1+m^2} = \sqrt{1+1,5^2} = 1,803;$$

3. Гидравлик радиуснинг максимал қиймати ҳисобланади:

$$R_{\max} = \left| \frac{NQ}{4M} \right|^{\frac{3}{8}} = \left| \frac{0,447 \cdot 7}{4 \cdot 2,106} \right|^{\frac{3}{8}} = 0,69 \text{ м};$$

4. Гидравлик радиуснинг қиймати ҳисобланади:

$$R = 0,8R_{\max} = 0,8 \cdot 0,69 = 0,552 \text{ м}$$

5. Ўртача тезлик ҳисобланади:

$$v = \frac{R^{\frac{2}{3}}}{N} = \frac{0,552^{\frac{2}{3}}}{0,447} = 0,682 \text{ м/с};$$

6. Ҳаракатдаги кесим юзаси ҳисобланади:

$$\omega = \frac{Q}{v} = \frac{7}{0,682} = 10,26 \text{ м}^2;$$

7. Ҳўлланган периметр ҳисобланади:

$$\chi = \frac{\omega}{R} = \frac{10,26}{0,552} = 18,59 \text{ м};$$

8. Чуқурликни ҳисоблаймиз:

$$h_{1,2} = \frac{\chi \pm \sqrt{\chi^2 - 4M\omega}}{2M};$$

$$h_1 = \frac{18,59 + \sqrt{18,59^2 - 4 \cdot 2,106 \cdot 10,26}}{2 \cdot 2,106} = \frac{18,59 + 16,1}{4,212} = 8,24 \text{ м}$$

$$h_2 = \frac{18,59 - \sqrt{18,59^2 - 4 \cdot 2,106 \cdot 10,26}}{2 \cdot 2,106} = \frac{18,59 - 16,1}{4,212} = 0,59 \text{ м}$$

9. Каналнинг туби бўйича кенглигини ҳисоблаймиз:

$$\chi = b + 2h\sqrt{1+m^2} = b + 2hm' \Rightarrow b_1 = \chi - 2hm' = 18,59 - 2 \cdot 8,24 \cdot 1,803 = -11,12 \text{ м}$$

$$\chi = b + 2h\sqrt{1+m^2} = b + 2hm' \Rightarrow b_2 = \chi - 2hm' = 18,59 - 2 \cdot 0,59 \cdot 1,803 = 16,46 \text{ м}$$

5.77-машқ.

Берилган:

$$m=1,5, n=0,0225, Q=8,5 \text{ м}^3/\text{с}, \beta = \beta_r, i=0,0006$$

Аниқлаш керак: b, h

Ҳисоблаш тартиби:

1. N параметр ҳисобланади:

$$N = \frac{n}{\sqrt{i}} = \frac{0,0225}{\sqrt{0,0006}} = 0,92;$$

2. Нисбий кенгликни ҳисоблаймиз:

$$\beta = \beta_r = 34\sqrt{Q} - m = 34\sqrt{8,5} - 1,5 = 3,62;$$

3. Гидравлик радиусни ҳисоблаймиз:

$$R = \left(NQ \frac{\beta + m}{(\beta + 2m')^2} \right)^{\frac{3}{8}} = \left(0,92 \cdot 8,5 \frac{3,62 + 1,5}{(3,62 + 2 \cdot \sqrt{1+1,5})^2} \right)^{\frac{3}{8}} = 0,767^{\frac{3}{8}} = 0,905 \text{ м};$$

4. Ҳаракатдаги кесим юзаси ҳисобланади:

$$\omega = R^2 \frac{(\beta + 2m')^2}{\beta + m} = 0,905^2 \frac{(3,62 + 2 \cdot \sqrt{1+1,5})^2}{3,62 + 1,5} = 0,82 \frac{52,21}{5,12} = 8,36 \text{ м}^2;$$

5. Чуқурликни ҳисоблаймиз:

$$h = \sqrt{\frac{\omega}{\beta + m}} = \sqrt{\frac{8,36}{3,62 + 1,5}} = \sqrt{1,63} = 1,28 \text{ м};$$

6. Каналнинг туби бўйича кенглигини ҳисоблаймиз:

$$b = \beta h = 3,62 \cdot 1,28 = 4,63 \text{ м}.$$

5.78-машқ.

Берилган:

$$b=6 \text{ м}, h=1,5 \text{ м}, m=2,5, n=0,014, Q=10 \text{ м}^3/\text{с}$$

Аниқлаш керак i .

Ҳисоблаш куйидаги тартибда давом этади:

1. Ҳаракатдаги кесим ва ҳўлланган периметрлар катталиги ҳисобланади:

$$\omega = (b + mh)h = (6 + 2,5 \cdot 1,5)1,5 = 10,125 \text{ м}^2;$$

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 6 + 2 \cdot 1,5\sqrt{1 + 2,5^2} = 14,08 \text{ м}.$$

2. Гидравлик радиус ҳисобланади:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{10,125}{14,08} = 0,72 \text{ м}$$

3. Маннинг формуласидан фойдаланиб, Шези коэффиценти ҳисобланади:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} = \frac{1}{0,014} 0,72^{1/6} = 67,62 \text{ м}^{0,5}/\text{сек}$$

Шези коэффиценти C ни куйидаги Маннинг формуласи асосида тузилган жадвал ёки Н.Н. Павловский махсус графиги ёрдамида ҳам аниқлаш мумкин:

4. Ўртача тезлик куйидагича аниқланади:

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{10,0}{10,125} = 0,99 \text{ м/с}.$$

5. Кейин канал тубининг киялиги ҳисобланади:

$$i = \frac{v^2}{C^2 R} = \frac{0,99^2}{67,62^2 \cdot 0,72} = 0,000298$$

5.79-машқ.

Берилган:

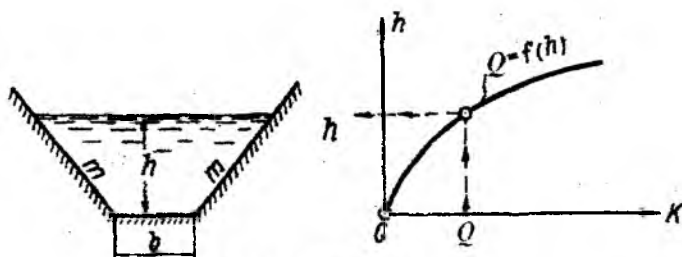
$$m=2,25, b=6 \text{ м}, n=0,017, i=0,0001, Q=9 \text{ м}^3/\text{с}$$

Аниқлаш керак h - ?

Ҳисоблаш танлаш усулида олиб борилади

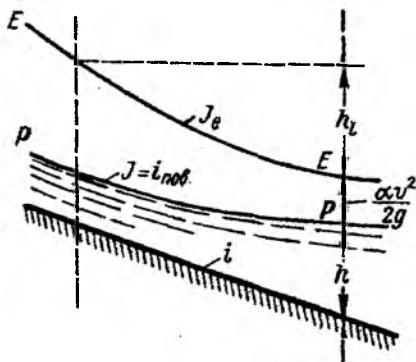
№	Хисоблаш формуллари	Улчов бирликлари	Берилган катталиклар				Изох
1	h	m	0,5	1,0	1,5	2,0	
2	mh	m	1,125	2,25	3,375	4,5	$m = 2,25$
3	$b + mh$	m	7,125	8,25	9,375	10,5	$b = 6 m$
4	$\omega = (b + mh)h$	m^2	3,56	8,25	14,06	21	
5	$h(2\sqrt{1+m^2})$	m	2,46	4,92	7,39	9,85	$2\sqrt{1+m^2} = 4,924$
6	$\chi = b + h(2\sqrt{1+m^2})$	m	8,46	10,92	13,39	15,85	
7	$R = \omega : \chi$	m	0,42	0,76	1,05	1,33	
8	$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$	$m^{0,5} / c$	50,92	46,13	59,31	61,65	- Маннинг формуласи
9	$Q = \omega C \sqrt{Ri}$	m^3 / c	1,18	4,02	8,55	14,9	

1. Чуқурликка ихтиёрий қийматлар берилиб, юқоридаги жадвалда келтирилган тартибда ҳисоблаш бажарилиб, шу қийматга мос келувчи сарф топилади.
2. Камида чуқурликка 3 та қиймат берилиб, ҳисоблаш $Q_1 < Q < Q_n$ ёки $Q_1 > Q > Q_n$ шарт бажарилгунча бажарилади.
3. Юқоридаги ҳисоблашларга асосан $Q = f(h)$ графиги қурилиб, бу графикдан берилган сарфга мос келувчи чуқурлик қиймати танланади (7.4-расм).

7.4-расм. $Q = f(h)$ графиги.

VI боб. СУЮҚЛИК ОҚИМИНИНГ ОЧИҚ ЎЗАНЛАРДАГИ НОТЕКИС БАРҚАРОР ҲАРАКАТИ

Бизга маълумки, суюқлик оқимининг очик ўзанлардаги вақт ўзгариши ва узунлик бўйлаб, чуқурлиги ($h \neq \text{const}$) ҳамда ўртача тезлиги $v \neq \text{const}$ ўзгариши билан амалга ошадиган ҳаракати нотекис беқарор ҳаракат дейилади.



6.1-расм.

Оқимнинг нотекис ҳаракати ўрганилганда икки хил ҳолат кўрилади:

а) Призматик ўзанлардаги оқимнинг нотекис ҳаракати (ўзан кўндаланг кесими узунлик бўйича ўзгармайди);

б) Нопризматик ўзанлардаги оқимнинг нотекис ҳаракати (ўзан кўндаланг кесими узунлик бўйича ўзгаради).

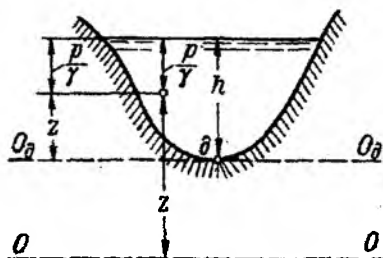
Нотекис беқарор ҳаракат ўрганилаётганда қуйидаги тўрт ёрдамчи тушунчадан фойдаланилади: солиштирма кесим энергияси, критик чуқурлик ва критик нишаблик, нормал чуқурлик.

Оқимнинг нотекис ҳаракатини ўрганиш жараёнида унинг тўлиқ энергиясини аниқ бир ҳаракатдаги кесимга нисбатан, унинг тубини энг паст нуқтасига нисбатан олинган микдоридан кенг фойдаланилади. Бу катталик гидравликада солиштирма кесим энергияси деб аталиб, Э харфи билан белгиланади.

$$H_e = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g}$$

$$z + \frac{p}{\gamma} = h$$

$$\mathcal{E} = h + \frac{\alpha v^2}{2g} \quad \text{ёки} \quad \mathcal{E} = h + \frac{\alpha Q^2}{2g \omega^2}$$



6.2-расм.

Оқим солиштирма кесим энергиясининг энг кичик қийматига мос келувчи катталиқ критик чуқурлик дейилади.

Бу тушунчадан фойдаланиб, оқимнинг ҳаракат ҳолати аниқланади:

а) Агар $h > h_{кр}$, $i < i_{кр}$ бўлса, оқим тинч (сокин) ҳолатда ҳаракатланади;

б) Агар $h = h_{кр}$, $i = i_{кр}$ бўлса, оқим критик ҳолатда ҳаракатланади;

в) Агар $h < h_{кр}$, $i > i_{кр}$ бўлса, оқим нотинч (шовқинли) ҳолатда ҳаракатланади.

Оқимнинг критик ҳолати тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{\omega_{кр}^2}{B_{кр}} \quad (6.1)$$

бунда $\omega_{кр} - h = h_{кр}$ бўлгандаги ҳаракатдаги кесим юзаси;

а) агар ўзанининг кўндаланг кесими ихтиёрий шаклда бўлса, тенгламанинг ечими танлаш усули билан топилади.

$B_{кр} - h = h_{кр}$ бўлганда ўзанининг сатҳ бўйича кенглиги.

Агар ўзанининг кўндаланг кесими ихтиёрий кўринишда бўлса, $\omega = f(h)$ графиги қурилиб, унинг ёрдамида $h_{кр}$ топилиши мумкин, лекин амалиётда бу анча ноқулайликлар туғдиради. Шу сабабли, қуйидаги математик амални бажарамиз:

$$\frac{\partial \omega}{\partial h} = \frac{\partial \left(h + \frac{\alpha Q^2}{2g\omega^2} \right)}{\partial h} = 1 + \frac{\alpha Q^2}{2g} \frac{\partial}{\partial h} \left(\frac{1}{\omega^2} \right) = 1 - 2 \frac{\alpha Q^2}{2g} \frac{1}{\omega^3} \frac{\partial \omega}{\partial h} = 1 - \frac{\alpha Q^2}{g} \frac{B}{\omega^3} = 0$$

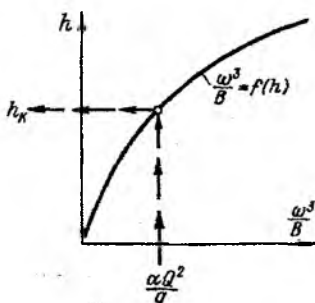
бунда

$$\frac{\omega_{кр}^3}{B_{кр}} = \frac{\alpha Q^2}{g}$$

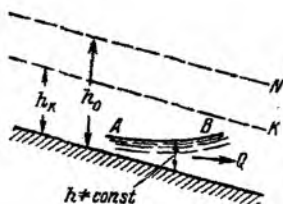
Демак,

$$\frac{\omega^3}{B} = f(h)$$

графикни куриб, ундан $\frac{\alpha Q^2}{g}$ га мос келувчи чуқурликни топсак, шу чуқурлик берилган сарф ва каналнинг геометрик ўлчамлари учун критик чуқурликка мос келади.



6.3-расм. Критик чуқурликни аниқлаш



6.4-расм. Нормал (N-N) ва критик (K-K) чуқурлик чизиклари

Тўғри шаклдаги ўзанларда (6.1) ифода $h_{кр}$ га нисбатан куйидаги нисбатларни беради:

б) Тўртбурчак шакли кесимга эга бўлган ўзанлар учун:

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{gb^2}} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} \quad (6.2)$$

Бундай ўзанлар учун критик чуқурлик қиймати XX жадвалда келтирилади.

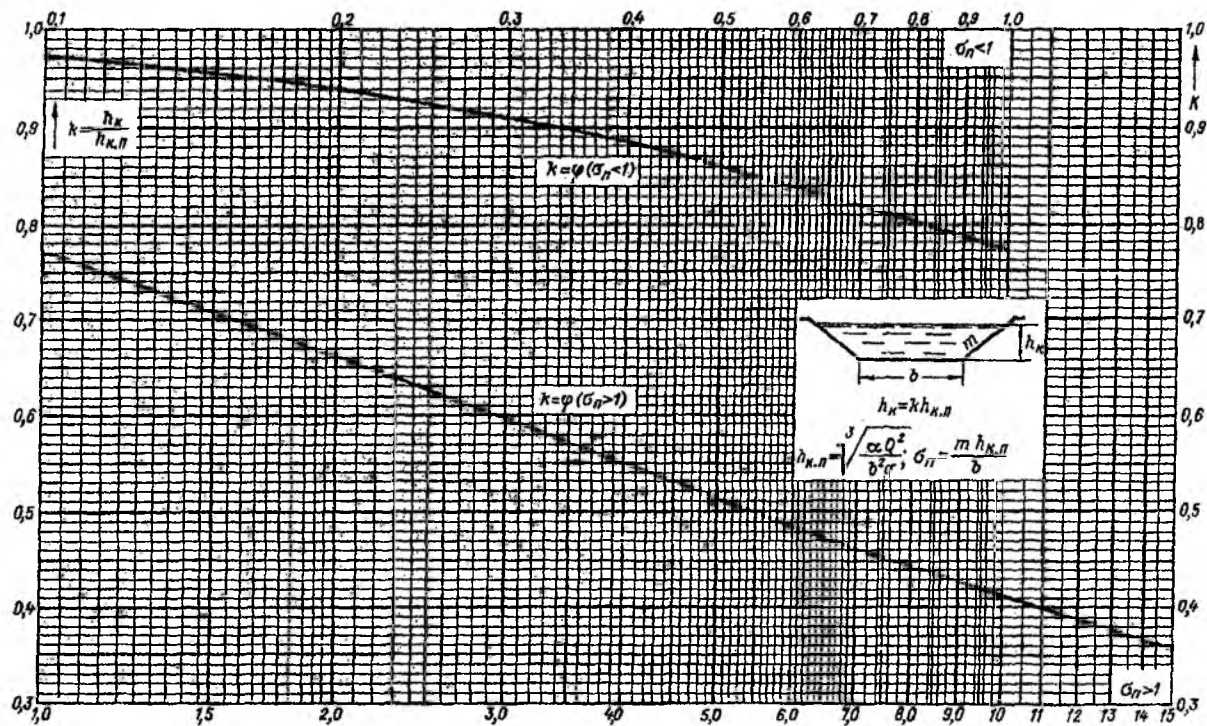
в) учбурчак шаклдаги кесимли ўзанлар учун:

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{2\alpha Q^2}{gm^2}} \quad (6.3)$$

г) параболик шакли кесимлар учун:

$$h_{кр} = \sqrt[4]{\frac{27\alpha Q^2}{64gp}} \quad (6.4)$$

д) Кўндаланг кесими трапеция шаклдаги каналлар учун критик чуқурликни аниқлашнинг бир қанча усуллари мавжуд. Шулардан бири куйидаги чизмада келтирилган. Бундан ташқари, Л.А.Машкович усули ҳам мавжуд. Бу тадқиқотчи А.Н.Рахмонов кузатувлари натижасига асосан, ЭХМ ёрдамида махсус график яратган.



6.5-расм. Л.А.Машкович графики.

Трапеция шаклдаги кесимлар учун И.И.Агроскин формуласидан фойдаланилади

$$h_{кр} = kh_{к.н} \quad (6.5)$$

бунда

$$h_{к.н} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{gb^2}}; k = 1 - \frac{z_n}{3} + 0,0105z_n^2; z_n = \frac{mh_{к.н}}{b}$$

е) айлана (сегмент) шаклли кесимлар учун И.И.Агроскин ва В.М.Алишев формулаларидан фойдаланилади (аниклик даражаси 2% хатолик билан):

$$0,05 < \frac{h_{к.н}}{d} \leq 0,40$$

учун

$$\frac{h_{к.н}}{d} = 1,55 \frac{h_{к.н}}{d} - 0,9 \left(\frac{h_{к.н}}{d} \right)^2 + 0,025 \quad (6.6)$$

ва

$$0,40 < \frac{h_{к.н}}{d} \leq 0,85$$

учун

$$\frac{h_{к.н}}{d} = 1,50 \frac{h_{к.н}}{d} - 0,6 \left(\frac{h_{к.н}}{d} \right)^2 + 0,018 \quad (6.6')$$

бунда

$$h_{к.н} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{gd^2}}$$

Критик нишаблик деб, призматик ўзанинг шундай фаразий нишаблигига айтиладики, бунда текис ҳаракатдаги нормал чуқурлик критик чуқурликка тенг бўлади. Критик нишаблик катталиги текис ҳаракатнинг асосий тенгламасидан аникланади:

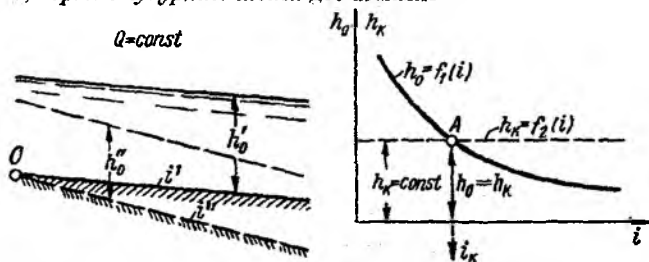
$$i_{кр} = \frac{Q^2}{\omega_{кр}^2 C_{кр}^2 R_{кр}} \quad (6.7)$$

бунда $\omega_{кр}$, $C_{кр}$, $R_{кр}$ катталиклар $h = h_{кр}$ бўлган ҳолатда ω , C , R катталикларга мос келади.

Нормал чуқурлик. Берилган сарфда агар ўзанда текис ҳаракат мавжуд бўлса, бу ҳаракатта мос келувчи оқимнинг чуқурлиги h_0 **нормал чуқурлик** деб аталади. Бу чуқурликка мос келувчи барча элементларни бундан кейинги амалиётимизда бошқа катталиклардан фарқлаш мақсадида ω_0 , R_0 , χ_0 ва х.к. деб белгилашимиз мумкин.

$$Q = \omega_0 C_0 \sqrt{R_0 i}$$

h_0 чуқурликдан тубга параллел ўтказилган чизиқни $N-N$ деб белгилаб, *нормал чуқурлик чизиги* деб атаймиз



6.6-расм. Критик нишабликни аниқлашга доир.

Призматик ўзанлардаги нотекис ҳаракатда сатҳ эгрилигини қуриш. Призматик ўзанлардаги нотекис ҳаракат текис ҳаракатни бузувчи маълум факторлар пайдо бўлганда юзага келади. Масалан, ўзанда ҳар хил гидротехник иншоотлар, тўғонлар, сув олувчи иншоотларнинг қурилиши, нишабликнинг ўзгариши, ўзан ғадир-будурлигини ўзгариши ва бошқалар.

Турли вазиятларда чуқурлик узунлик бўйича ўсиши ёки камайиши мумкин.

Агар чуқурлик катталиги оқим бўйлаб ўсиб борса, бундай сатҳ кўтарилувчи сатҳ, оқим чуқурлиги катталиги камайиб борса, бундай сатҳ пасаяувчи сатҳ дейилади. Сатҳ эгрилигини қуришда оқимнинг нотекис бекарор ҳаракати дифференциал тенгламасидан фойдаланилади.

Оқимнинг нотекис бекарор ҳаракати дифференциал тенгламасининг биринчи кўриниши:

$$J = \alpha \frac{d}{dl} \left(\frac{v^2}{2g} \right) + \frac{v^2}{C^2 R} \quad (I)$$

Оқимнинг нотекис бекарор ҳаракати дифференциал тенгламасининг иккинчи кўриниши:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i - \frac{Q^2}{\omega^2 C^2 R} \left(1 - \frac{\alpha C^2 R}{g \omega} \frac{\partial \omega}{\partial x} \right)}{1 - \frac{\alpha Q^2}{g} \frac{B}{\omega^3}} \quad (II)$$

Оқимнинг тўғри нишабли ($i > 0$) цилиндрик (призматик) ўзанлардаги нотекис бекарор ҳаракати дифференциал тенгламасининг учунчи кўриниши:

$$\frac{dh}{dl} = i \cdot \frac{\left(1 - \frac{K_0^2}{K^2}\right)}{1 - \Pi_{\kappa}} \quad (\text{III})$$

Оқимнинг тўғри нишабли ($i > 0$) цилиндрик (призматик) ўзанлардаги нотекис бекарор ҳаракати дифференциал тенгламасининг тўртинчи кўриниши:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{\aleph^2 - 1}{\aleph^2 - j} i \quad (\text{IV})$$

Бунда, l – сатҳ эгрилиги аниқланадиган соҳа узунлиги;

$\frac{dh}{dl}$ – сатҳ эгрилигининг ўзгариши;

$$\aleph = \frac{K^2}{K_0^2}$$

(қаранг: Д.Р.Бозоров, Р.М.Каримов, Д.Казбеков, С.Хидиров, “ГИДРАВЛИКА” Т. Билим. 2003 й.)

(IV) тенгламани интеграллаш йўли билан кўтарилувчи ва пасаяувчи сатҳлар эгриликлари кўпинча амалиётда Б.А.Бахметов, Н.Н.Павловский, И.И.Агроскин ва йиғинди усулларида ҳисобланилади.

Б.А.Бахметов усули:

а) $i > 0$ (тўғри нишаблик бўлган ҳолда)

$$l_{1-2} = \frac{h_0}{i} \left\{ \eta_2 - \eta_1 - (1 - \Pi'_{\kappa})_{\text{yp}} [\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)] \right\} \quad (6.8)$$

бунда l_{1-2} – h_1 ва h_2 кесимлар орасидаги масофа (1 индекс олдинги ораликнинг биринчи кесими ҳисобланади);

h_0 – текис ҳаракат бўлгандаги чуқурлик – нормал чуқурлик, $\eta = h/h_0$;

$$\Pi'_{\kappa} = \frac{\alpha C B}{g \chi} = \frac{\alpha (Q')^2 B}{g \omega^3}$$

Π'_{κ} – кинетиклик параметрининг Q' сарфдаги дастлабки қиймати;

Q' – h : $Q' = \omega C \sqrt{Ri}$ чуқурлик мавжуд бўлган оқимнинг текис ҳаракатдаги сарфи;

B – оқим ҳаракатдаги кесимининг сатҳ бўйича кенглиги;

χ – ҳўлланган периметр;

C – Шези коэффициенти;

$$\Pi'_{\kappa, \text{yp}} = \frac{\Pi'_{\kappa 1} + \Pi'_{\kappa 2}}{2} \quad \text{ёки} \quad \Pi'_{\kappa, \text{yp}} = \frac{\alpha C_{\text{yp}}^2 B_{\text{yp}}}{g \chi}$$

$\Pi'_{\kappa, \text{yp}}$ – кинетик параметрининг ўртача арифметик қиймати;

$C_{yp}, B_{yp}, \chi_{yp} - C, B, \chi$ катталикларнинг l_{1-2} соҳасидаги ўртача чуқурликка мос келувчи қиймати

$$h_{yp} = \frac{h_1 + h_2}{2}; \varphi(\eta) = - \int \frac{d\eta}{\eta^x - 1} + c;$$

x — ўзанинг гидравлик кўрсаткичи

$$x = 2 \frac{\lg K_{yp} - \lg K_0}{\lg h_{yp} - \lg h_0};$$

$K = \omega C \sqrt{R}$ — сарф модули; $K_{yp} = \frac{K_1 + K_2}{2}$, ёки

$$K_{yp} = \omega_{yp} C_{yp} \sqrt{R_{yp}}; K_0 = \omega_0 C_0 \sqrt{R_0}$$

η аргументнинг $0 < \eta < 0,50$ қийматларида x гидравлик кўрсаткичга $\varphi(\eta)$ функцияга деярли таъсир кўрсатмайди, хусусан ўзанинг гидравлик кўрсаткичи учун $3 < x < 4$ ораликда унинг таъсири деярли сезилмайди. Шу сабабли бу ҳолатда (яъни $0 < \eta < 0,50$ бўлганда) ўзанинг гидравлик кўрсаткичини $x = 4$ деб қабул қилиш мумкин. $\varphi(\eta)$ функциянинг қиймати η ва x га боғлиқ ҳолда, ушбу қўлланманинг илова қисмидаги XXXX жадвалидан аниқлаш мумкин.

б) $i < 0$ (тескари нишаблик) бўлган ҳолатда

ζ аргументнинг $0 < \zeta < 0,60$ қийматларида ўзанинг гидравлик кўрсаткичи $\varphi(\zeta)$ катталиikka таъсир этмаганлиги сабабли, амалий ҳисобларда $x = 4$ қабул қилиниши мумкин. Бу ҳолатда сарф модули кўрсаткичини қуйидаги кўринишда ёзишимиз мумкин:

$$\left(\frac{K}{K'_0} \right)^2 = \left(\frac{h}{h'_0} \right)^x$$

ёки

$$\left(\mathfrak{N}^2 \right) = \zeta^x$$

ζ — нисбий чуқурлик; $\mathfrak{N}$ — нисбий сарф модули.

$$\zeta = \frac{h}{h'_0}; \mathfrak{N} = \frac{K}{K'_0}$$

Бу ҳолатда, ҳақиқий чуқурлик ва сарф модули қийматлари фарз қилинган h'_0 ва K'_0 катталиклар билан алмаштирилади

Бу ифодани окимнинг нотекис ҳаракати дифференциал тенгламаси (IV) кўринишига қўйсақ, $i < 0$ ҳолат учун қуйидаги тенгламани оламиз:

$$\frac{i'1}{h'_0} = -(\zeta_2 - \zeta_1) + (1 + j') [\varphi(\zeta_2) - \varphi(\zeta_1)] \quad (6.9)$$

бунда $j' - j'$ катталиклнинг қаралаётган соҳадаги ўртача қиймати.

$$\xi_1 = \frac{h_1}{h'_0}; \quad \xi_2 = \frac{h_2}{h'_0}$$

$\varphi(\xi_1)$ ва $\varphi(\xi_2)$ функциялар нисбий чуқурликларнинг маълум қийматлари учун махсус жадвалларда берилган (XXXXII жадвал).

Б. Оқимнинг ноцилиндрик ўзанлардаги нотекис ҳаракати

в) $i = 0$ (горизонтал соҳалар) учун

$$l_{1-2} = \frac{h_{\kappa p}}{i_{\kappa p}} \left\{ \left(\Pi'_{\kappa, \kappa p} - 1 \right)_{yp} (\xi_2 - \xi_1) [\varphi(\xi_2) - \varphi(\xi_1)] \right\} \quad (6.10)$$

бунда $h_{\kappa p}$ — критик чуқурлик;

$i_{\kappa p}$ — критик нишаблик;

$$\xi = \frac{h}{h_{\kappa p}}; \quad \Pi'_{\kappa, \kappa p} = \frac{\alpha i_{\kappa p} C^2 B}{g \chi} = \frac{\alpha (Q')^2}{g \omega^3} B; \quad Q = \omega C \sqrt{R i_{\kappa p}};$$

$$\left(\Pi'_{\kappa, \kappa p} \right)_{yp} = \frac{\alpha i_{\kappa p} C^2 B_{yp}}{g \chi_{yp}} \quad \text{ёки} \quad \left(\Pi'_{\kappa, \kappa p} \right)_{yp} = \frac{\Pi'_{\kappa, \kappa p 1} + \Pi'_{\kappa, \kappa p 2}}{2};$$

$$\varphi(\xi) = \int \frac{\xi^{x+1}}{x+1} - \xi;$$

$$x = 2 \frac{\lg K_{yp} - \lg K'_{\kappa p}}{\lg h_{yp} - \lg h'_{\kappa p}}; \quad K'_{\kappa p} = \omega'_{\kappa p} C'_{\kappa p} \sqrt{R'_{\kappa p}}$$

ξ аргументнинг $0 < \xi \leq 1,3$ қийматлари учун гидравлик кўрсаткичнинг $\varphi(\xi)$ функцияга таъсири бўлмаганлиги сабабли уни $x = 4$ га тенг деб олиш мумкин.

$\varphi(\xi_1)$ ва $\varphi(\xi_2)$ функциялар нисбий чуқурликларнинг маълум қийматлари учун махсус жадвалларда берилган (XXXXI жадвал).

Ҳар учала ҳолатдаги тавсиялар М.Д.Чертоусовнинг «Махсус Гидравлика курси» қўлланмасидан олинган. (қаранг: М.Д.Чертоусов, Гидравлика, специальный курс, 1962, 76-77, 89, 92-б.б.)

Оқимнинг сатҳ эгрилигини Бахметов усулида ҳисобланганда дастлаб нормал чуқурлик, h_0 ёки h'_0 , критик чуқурлик $h_{\kappa p}$, айрим ҳолларда критик нишаблик $i_{\kappa p}$ аниқланади ва сатҳ эгрилигининг кўриниши аниқланади.

Кейин $h_{\text{чек1}}$ ва $h_{\text{чек2}}$ каралаётган соҳани чегаралаб турган чуқурликлар оралиғидаги оқим соҳаларга бўлинади.

Ҳисоблаш жадвал кўринишида давом эттирилади.

а) $i > 0$ бўлган ҳолат. А жадвал тузилади.

Дастлабки гидравлик ҳисобларда гидравлик кўрсаткич $h_{\text{чек1}}$ ва $h_{\text{чек2}}$ га асосланиб аниқланиши мумкин.

Кейин Б жадвал тўлдирилади, бунда асосан сатҳнинг координаталари аниқланади.

б) $i < 0$ бўлган ҳолатда А жадвал кўринишда ҳисоб олиб борилиб, $\Pi_{\kappa, \text{yp}}$ ва x катталиклар учун аниқланади.

Кейин В жадвал кўринишида гидравлик ҳисоб бажарилиб, оқимнинг сатҳ эгрилиги координаталари аниқланади.

в) $i = 0$ бўлган ҳолат.

$(\Pi_{\kappa, \text{кр}})_{\text{yp}}$ ва x параметрлар қийматларини турли соҳаларда аниқлаш учун ҳисоблашни А жадвалдаги кетма-кетлик тартибида олиб борамиз.

Кейинги босқичда Г жадвалдаги каби гидравлик ҳисобни бажариб, оқимнинг сатҳ эгрилиги координаталари аниқланади.

Н.Н.Павловский ва И.И.Агроскин усуллари. Кўтарилувчи ва пасажовчи сатҳ эгриликлари ҳисоби қуйидаги формулалар ёрдамида амалга оширилади.

а) $i > 0$ бўлган ҳол (тўғри нишаблик)

$$l_{1-2} = \frac{a}{i} \{z_2 - z_1 - (1 - \Pi'_{\kappa})_{\text{yp}} [\Phi(z_2) - \Phi(z_1)]\} \quad (6.11)$$

б) $i < 0$ бўлган ҳол (тескари нишаблик)

$$l_{1-2} = \frac{a}{|i|} \{-(z_2 - z_1) + (1 + \Pi'_{\kappa})_{\text{yp}} [F(z_2) - F(z_1)]\} \quad (6.12)$$

в) $i = 0$ бўлган ҳол (горизонтал нишаблик)

$$l_{1-2} = \frac{a}{i'} \{(\Pi'_{\kappa} - 1)_{\text{yp}} (z_2 - z_1) - [f(z_2) - f(z_1)]\} \quad (6.13)$$

бунда i' ихтиёрий тўғри нишаблик;

$z = \sqrt{\left(\frac{Q'}{Q}\right)^2} - h$ чуқурликка боғлиқ ўзгарувчан катталиқ;

$Q' = \omega C \sqrt{Ri} - i > 0$ бўлган ҳол учун;

$Q' = \omega C \sqrt{R|i|} - i < 0$ бўлган ҳол учун;

А жадвал

Кесим №	$h, м$	$\omega, м^2$	$\chi, м$	$B, м$	$R, м$	$C, м^{0.5}/сек$	$K, м^3/сек$	$K_{yp}, м^3/сек$	Π'_k	$\Pi'_{k,yp}$	$h_{yp}, м$	x	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R,$ $n = \dots$, Канал ... қўндаланг кесим шакли, канал ўлчамлари: $\dots, h_0 = \dots,$ $K_0 = \dots, i = \dots$

Б жадвал

 $i > 0$

Кесим №	$h, м$	$\eta = \frac{h}{h_0}$	x	$\varphi(\eta)$	$\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)$	$\eta_2 - \eta_1$	$\Pi'_{k,yp}$	$(1 - \Pi'_k)_{yp}$	$[6] \times [9]$	$[7] - [10]$	$\frac{h_0}{i}$	$l_{1-2} = [11] \times [12]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													$Q = \dots,$ $h_0 = \dots, h_{yp} = \dots,$ $i = \dots, n = \dots$

В жадвал

 $i < 0$

Кесим №	$h, м$	$\zeta = \frac{h}{h'_0}$	x	$\varphi(\zeta)$	$\varphi(\zeta_2) - \varphi(\zeta_1)$	$-(\zeta_2 - \zeta_1)$	$\Pi'_{k,yp}$	$(1 + \Pi'_k)_{yp}$	$[6] \times [9]$	$[7] + [10]$	$\frac{h'_0}{ i }$	$l_{1-2} = [11] \times [12]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													$Q = \dots,$ $h_{yp} = \dots, l_{yp} = \dots,$ $n = \dots, h'_0 = \dots$

$$i = 0$$

Кесим №	$h, м$	$\xi = \frac{h}{h_{сп}}$	x	$\varphi(\xi)$	$\varphi(\xi_2) - \varphi(\xi_1)$	$\xi_2 - \xi_1$	$(\Pi'_{к,сп})_{сп}$	$(\Pi'_{к,сп} - 1)_{сп}$	$[7] \times [9]$	$[10] - [6]$	$\frac{h_{сп}}{l_{сп}}$	$l_{1-2} = [1] \times [12]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													$Q = \dots,$ $h_{сп} = \dots,$ $l_{сп} = \dots,$ $n = \dots,$ $K_{сп} = \dots,$

 Σ'

Кесим №	$h, м$	$\omega, м^2$	$B, м$	$\chi, м$	$R, м$	$C, м^{0.5}/сек$	$Q' = \omega C \sqrt{Ri}$	$\frac{\alpha(Q')^2}{g\omega^2}$	$\frac{B}{\omega}, м^{-1}$	$\Pi'_к = [9] \times [10]$	$\Pi'_{к,сп}$	$(1 - \Pi'_к)_{сп}$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													$Q = \dots, n = \dots,$ $i = \dots,$ $C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R$ Канал ... кўндаланг кесим шакли, канал ўлчамлари: ...

$Q' = \omega C \sqrt{Ri'} - i = 0$ бўлган ҳол учун;

x – ихтиёрий мусбат сон.

$$a = \frac{\Delta h}{\Delta z} = \frac{h_2 - h_1}{z_2 - z_1};$$

$$\Pi'_\kappa = \frac{\alpha(Q')^2 B}{g\omega^3}; \quad \Pi'_{\kappa, \text{ур}} = \frac{\Pi'_{\kappa 1} + \Pi'_{\kappa 2}}{2};$$

$\Phi(z)$, $F(z)$, $f(z)$ функциялар x гидравлик кўрсаткич кийматига қараб, юқорида таъкидланган махсус жадваллардан фойдаланиб топилади.

Агар $x=2$ бўлса, Н.Н.Павловский усули, $x=5,5$ бўлса И.И.Агроскин усули бўлади.

$\Phi(z)$, $F(z)$, $f(z)$ функциялар $x=2$ бўлганда XXIIa-XXIIb жадваллардан, $x=5,5$ бўлганда XXIIг-XXIIe жадваллардан аниқланади.

$x=5,5$ бўлган ҳолатларда кўтарилувчи ва пасаяувчи сатхлар И.И.Агроскин усулидан фойдаланилиб ҳисобланади:

а) трапеция шаклдаги ўзанлар учун:

$$z = [h_0 F(\sigma_0)]^{-1} h F(\sigma) = \text{const} F(\sigma) \quad (6.14)$$

$$\Pi'_\kappa = \frac{0,112i}{n^2} b^{0,4} \theta(\sigma) = \text{const} \theta(\sigma) \quad (6.15)$$

бунда

$$\sigma = \frac{m_0 h}{b + m h}; \quad m_0 = 2\sqrt{1 + m^2} - m$$

b – ўзанинг туб бўйича кенглиги;

h_0 – берилган сарфга мос келувчи нормал чуқурлик;

$F(\sigma)$ – XXIII а-жадвал ёрдамида аниқланувчи функция;

$\theta(\sigma)$ – XXIII б-жадвал ёрдамида аниқланувчи функция;

б) параболик шаклдаги кесимли ўзанлар учун:

$$z = \frac{1}{F(\tau_0)} F(\tau) = \text{const} F(\tau) \quad (6.16)$$

$$\Pi'_\kappa = \frac{0,112i}{n^2} p^{0,4} \theta(\tau) = \text{const} \theta(\tau) \quad (6.17)$$

в) айлана (сегмент) шаклдаги кесимли ўзанлар учун:

$$z = \frac{1}{F\left(\frac{h_0}{r}\right)} F\left(\frac{h}{r}\right) = \text{const} F\left(\frac{h}{r}\right) \quad (6.18)$$

$$\Pi'_\kappa = \frac{0,112i}{n^2} r^{0,4} \theta\left(\frac{h}{r}\right) = \text{const} \theta\left(\frac{h}{r}\right) \quad (6.19)$$

бунда $\tau = h/p$; r – айлана ўзан радиуси; p – квадрат даражали параболанинг параметри; h_0 – ўзандаги окимнинг берилган сарфга мос келувчи нормал чуқурлик;

$F(\tau)$, $\theta(\tau)$ – XXIV жадвалдан фойдаланиб аниқланадиган функциялар;

$F(h/r)$, $\theta(h/r)$ – XXV жадвалдан фойдаланиб аниқланадиган функциялар.

И.И.Агроскин ва Н.Н.Павловский усулидан фойдаланиб окимнинг сатҳ эгрилиги координаталари аниқланганда, аввалам бор h_0 ёки h'_0 нормал чуқурлик аниқланади, ва ундан $h_{кр}$ критик чуқурлик (айрим ҳолларда $i_{кр}$ критик нишаблик) ва сатҳ эгрилиги аниқланади.

Қаралаётган соҳада оким бир неча бўлақларга бўлинади, бунда чегаравий чуқурликлар катталиклари маълум бўлиши керак. Кейинги ҳисоблар жадвал шаклида қуйидаги схема бўйича олиб борилади:

Н.Н. Павловский усули.

а) $i > 0$ бўлган ҳолда, дастлаб қуйидаги жадвал тузилади:

Кейинги босқичда Е жадвал тузилади ва шу жадвалдаги тартибда оким сатҳи эгрилигининг координаталари аниқланади.

б) $i < 0$ ва $i = 0$ бўлган ҳолатларда дастлаб, Д жадвал Q ва $\Pi'_{кр}$ катталикларни аниқлаш учун тузилади ва $i > 0$ ҳолат учун З жадвал тузилиб, шу кетма-кетликда ҳисоб бажарилади.

И.И.Агроскин усули. Қуйида И.И.Агроскин усулида трапеция шаклдаги каналлар учун сатҳ эгриликларини ҳисоблаш схемасини келтирамыз, лекин шуни таъкидлаш керакки, бу схема айлана (сегмент) ва парабола шаклидаги кесимли каналларда ҳаракатланаётган окимнинг сатҳ эгрилигини ҳисоблаш учун ҳам қўлланилиши мумкин.

$i > 0$ бўлган ҳолат. Дастлаб, (6.14) ва (6.15) ифодалардан фойдаланиб, $[h_0 F(\sigma_0)^{-1}]$ ва $\frac{0,112i}{n^2} b^{0,4} = const$ ҳисобланади, бунда $F(\sigma_0)$

функция қиймати XXIII жадвалдан $\sigma_0 = \frac{m_0 h_0}{b + m h_0}$ қиймати учун аниқланади.

Кейинги босқичда И жадвал тузилиб, окимнинг сатҳ эгрилиги координаталари ҳисобланади.

$i < 0$ ва $i = 0$ бўлганда, ҳисоблаш жадвал шаклида олиб борилади. $i < 0$ бўлганда К жадвал тузилиб, ҳисоб олиб борилса, $i = 0$ бўлган ҳолатда Л жадвал тузилади.

Йигинди усули. Қуйида йигинди усулининг қўлланилишини тўғри тўртбурчак ва трапеция шаклдаги ўзанларда ҳаракатланаётган окимнинг сатҳ эгрилигини ҳисоблаш схемасини келтирамыз.

Бу сатҳ эгриликларни қуйидаги ифодалардан фойдаланиб ҳисобланади:

$$l_{1-2} = A'[\varphi_1(\eta_1) + \varphi_2(\eta_2)]\Delta\eta \quad (6.20)$$

$i = 0$

Кесим №	$h, \text{м}$	$\xi = \frac{h}{h_{\text{кр}}}$	x	$\phi(\xi)$	$\phi(\xi_2) - \phi(\xi_1)$	$\xi_2 - \xi_1$	$(\Pi'_{\text{кр}})_{\text{yp}}$	$(\Pi'_{\text{кр}} - 1)_{\text{yp}}$	$[7] \times [9]$	$[10] - [6]$	$\frac{h_{\text{кр}}}{l_{\text{кр}}}$	$l_{1-2} = [11] \times [12]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													$Q = \dots,$ $h_{\text{кр}} = \dots,$ $l_{\text{кр}} = \dots,$ $n = \dots,$ $K_{\text{кр}} = \dots$

 Σ'

Кесим №	$h, \text{м}$	$\omega, \text{м}^2$	$B, \text{м}$	$\chi, \text{м}$	$R, \text{м}$	$C, \text{м}^{0.5}/\text{сек}$	$Q' = \omega C \sqrt{Ri}$	$\frac{\alpha(Q')^2}{g\omega^2}$	$\frac{B}{\omega}, \text{м}^{-1}$	$\Pi'_* = [9] \times [10]$	$\Pi'_{\text{кр}}$	$(1 - \Pi'_*)_{\text{yp}}$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													$Q = \dots,$ $n = \dots,$ $i = \dots,$ $C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R$ Канал ... кундаланг кесим шакли, канал ўлчамлари: ...

$i > 0$

Кесим №	h, M	$z = \frac{Q'}{Q}$	$\Delta z = z_2 - z_1$	$\Phi(z)$	$\Delta\Phi(z) = \Phi(z_2) - \Phi(z_1)$	$(1 - \Pi'_k)_{yp}$	$[6] \times [7]$	$[4] - [8]$	$\Delta h = h_2 - h_1$	$a = \frac{\Delta h}{\Delta z}$	$\frac{a}{i}$	$l_{1-2} = [9] \times [12]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													$Q = \dots,$ $i = \dots,$ $n = \dots,$ $h_0 = \dots,$ $h_{kp} = \dots$

Ж жадвал

 $i < 0$

Кесим №	h, M	$z = \frac{Q'}{Q}$	$\Pi'(z)$	$\Delta F(z) = F(z_2) - F(z_1)$	$\Delta z = -(z_2 - z_1)$	$(1 + \Pi'_k)_{yp}$	$[5] \times [7]$	$[6] + [8]$	$\Delta h = h_2 - h_1$	$a = \frac{\Delta h}{\Delta z}$	$\frac{a}{ j }$	$l_{1-2} = [9] \times [12]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													$Q = \dots,$ $ j = \dots,$ $n = \dots,$ $h'_0 = \dots,$ $h_{kp} = \dots$

З жадвал

 $i = 0$

Кесим №	h, M	$z = \frac{Q'}{Q}$	$\Delta z = z_2 - z_1$	$f(z)$	$\Delta f(z) = f(z_2) - f(z_1)$	$\Pi'_{k,yp}$	$(\Pi'_k - 1)_{yp}$	$[4] \times [8]$	$[9] - [6]$	$\Delta h = h_2 - h_1$	$a = \frac{\Delta h}{\Delta z}$	$\frac{a}{i'}$	$l_{1-2} = [10] \times [13]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
														$Q = \dots,$ $i = \dots, n = \dots,$ $h_0 = \dots,$ $h_{kp} = \dots$

$$i < 0$$

Кесим №	$h, м$	$\sigma = \frac{m_0 h}{b + mh}$	$F(\sigma)$	$hF(\sigma)$	$z = \frac{hF(\sigma)}{h_0 F(\sigma_0)}$	$\Delta z = z_2 - z_1$	$\Phi(z)$	$\Phi(z) = \Phi(z_2) - \Phi(z_1)$	$\theta(\sigma)$	$\Pi'_{к,гр}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

И жадвалнинг давоми

Кесим №	$\Pi'_{к,гр} = \frac{\Pi'_k + \Pi'_{г2}}{2}$	$(1 - \Pi'_k)_{гр}$	$[9] \times [13]$	$[7] - [14]$	$\Delta h = h_2 - h_1$	$a = \frac{\Delta h}{\Delta z}$	$\frac{a}{i}$	$l_{1-2} = [15] \times [18]$	Изох
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20
									$Q = \dots, h = \dots,$ $m = \dots, i = \dots,$ $n = \dots,$ $[h_0 F(\sigma_0)]^{-1} = \dots,$ $\frac{0,112f}{n^2} b^{0,4} = \dots,$ $h_{гр} = \dots,$

 Σ'

К жадвал

$$i < 0$$

Кесим №	$h, м$	$\sigma = \frac{m_0 h}{b + mh}$	$F(\sigma)$	$hF(\sigma)$	$z = \frac{hF(\sigma)}{h_0 F(\sigma_0)}$	$\Delta z = -(z_2 - z_1)$	$F(z)$	$F(z) = F(z_2) - F(z_1)$	$\theta(\sigma)$	$\Pi'_k = const(\theta(\sigma))$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

К жадвалнинг давоми

Кесим №	$\Pi'_{к,гр} = \frac{\Pi'_k + \Pi'_{г2}}{2}$	$(1 + \Pi'_k)_{гр}$	$[9] \times [13]$	$[7] + [14]$	$\Delta h = h_2 - h_1$	$a = \frac{\Delta h}{\Delta z}$	$\frac{a}{ i }$	$l_{1-2} = [15] \times [18]$	Изох
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20
								Σ'	$Q = \dots, h = \dots, m = \dots, i = \dots,$ $n = \dots, [h_0 F(\sigma_0)]^{-1} = \dots,$ $\frac{0,112f}{n^2} b^{0,4} = \dots, h_{гр} = \dots,$

$i = 0$

Кесим №	$h, \text{м}$	$\sigma = \frac{m_0 h}{b + mh}$	$F(\sigma)$	$hF(\sigma)$	$z = \frac{hF(\sigma)}{h'_0 F(\sigma'_0)}$	$\Delta z = -(z_2 - z_1)$	$f(z)$	$\Delta f(z) = f(z_2) - f(z_1)$	$\theta(\sigma)$	$\Pi'_x = \text{const} \theta(\sigma)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

ЛІ жадвалнинг давоми

Кесим №	$\Pi'_{x,yp} = \frac{\Pi'_{x1} + \Pi'_{x2}}{2}$	$(\Pi'_x - 1)_{yp}$	$[7] \times [13]$	$[14] - [9]$	$\Delta h = h_2 - h_1$	$a = \frac{\Delta h}{\Delta z}$	$\frac{a}{f'}$	$l_{1-2} [5] \times [18]$	Изох
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20
									$Q = \dots, h = \dots,$ $m = \dots, t = \dots,$ $t' = \dots, n = \dots,$ $[h'_0 F(\sigma'_0)]^{-1} = \dots,$ $\frac{0,112t'}{n^2} h^{0.4} = \dots,$ $h_{xp} = \dots$

М жадвал

Кесим №	$h, \text{м}$	$\eta = \frac{h}{b}$	$\Delta \eta = \eta_2 - \eta_1$	$f(\eta)$	$\theta(\eta)$	$f_1(\eta) - f_1(\eta_{xp})$	$\theta(\eta) \mp \theta(\eta_0)$	$\varphi(\eta) = \begin{bmatrix} 7 \\ 8 \end{bmatrix}$	$\sum_n^{as1} \varphi(n)$	$l_{1-2}, [\text{м}]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
											$h = \dots, m = \dots, t = \dots,$ $n = \dots, Q = \dots, h_0 = \dots,$ $\eta_0 = \dots, h_{xp} = \dots,$ $\eta_{xp} = \dots, \Theta(\eta_0) = \dots,$ $f_1(\eta_{xp}) = \dots, A' = \dots$

бунда, а) $i > 0$ бўлган ҳолат учун

$$A = \frac{b\theta(\eta_0)}{2if_1(\eta_{кр})} \quad (6.21)$$

$$\varphi = \frac{f_1(\eta) - f_1(\eta_{кр})}{\theta(\eta) - \theta(\eta_0)} \quad (6.22)$$

бунда $f_1(\eta)$ ва $\theta(\eta)$ функциялар — m канал кундаланг кесими ён деворининг қиялик коэффицентиға боғлиқ ҳолда 15-жадвал асосида аниқланади;

$f_1(\eta_{кр})$ ва $\theta(\eta_0)$ функциялар берилган m , $\eta_{кр}$ ва η_0 қийматлар учун махсус жадваллар ёрдамида аниқланади (қаранг: И.И. Агроскин гидравлик ҳисоблар учун жадваллар, Госэнеоиздат 1946 й., 94-169 бетлар)

б) $i < 0$ бўлганда

$$A' = \frac{b\theta(\eta_0)}{2if_1(\eta_{кр})} \quad (6.21')$$

$$\varphi(\eta) = \frac{f_1(\eta) - f_1(\eta_{кр})}{\theta(\eta) + \theta(\eta_0)} \quad (6.22')$$

бунда i' — ихтиёрий тўғри нишаблик.

в) $i = 0$ бўлганда

$$A' = \frac{b^{6,4}}{2Q^2 n^2 f_1(\eta_{кр})} \quad (6.21'')$$

$$\varphi(\eta) = \frac{f_1(\eta) - f_1(\eta_{кр})}{\theta(\eta)} \quad (6.22'')$$

Йиғинди усулида гидравлик ҳисобни m жадвал шаклида олиб бориш мақсадга мувофиқдир.

Нопризматик каналарда ҳаракатланаётган оқимнинг сатҳ эгрилигини Бернулли тенгламаси асосида охириги фарқлар усулида ҳисоблаш (В.И. Чарномский усули).

Бу масала нопризматик каналлар учун янада мураккаблашишининг сабаби, каналда ҳаракатланаётган сатҳ эгрилиги қандай кўринишда бўлиши ҳақида бизда маълумотнинг йўқлигидадир.

Бундай соҳалар учун эркин сирт эгрилигини қуришда Бернулли тенгламасидан фойдаланамиз. Фараз қилайлик, ўзан ўлчамлари, сарф, ўзан соҳаси охиридаги h чуқурлик берилган (6.7-расм, $n-n$ кесимда). Берилган ўзанининг l узунликдаги соҳаси бир неча бўлимларга бўлинади. Бўлимлар узунлиги нисбатан бир хил қилиб олинади. Оқимга қарши йўналишда ҳар бир бўлим алоҳида кўриб чиқилади. Аввало I соҳани, кейин II ва х.к. ҳисоблаб чиқамиз. Худди шу тарзда бўлимлар охиридаги чуқурликларни аниқлаб, кейин уларни туташтириш орқали оқимнинг эркин сирт эгрилигини чизамиз.

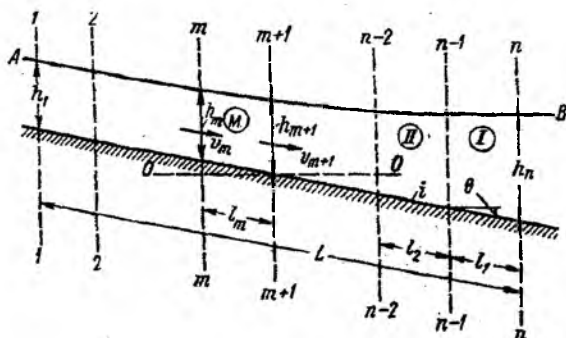
Масалан, M бўлимини кўриб чиқамиз. Бу бўлим m ва $(m+1)$ кесимлар билан чегараланган. Бу кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзамиз:

$$i l_m + h_m + \frac{\alpha v_m^2}{2g} = h_{m+1} + \frac{\alpha v_{m+1}^2}{2g} + \nabla h_i \quad (6.23)$$

бунда $i l_m$ — m ва $(m+1)$ кесимлар орасидаги фарқ;

v_m ва v_{m+1} — m ва $(m+1)$ кесимлардаги оқимнинг ўртача тезлиги;

∇h_i — m кесимдан $(m+1)$ кесимгача бўлган узунликдаги оқим энергиясининг йўқолиши.



6.7-расм.

Энергия йўқолишини куйидагича ифодалаш мумкин:

$$i_f = \frac{v^2}{C^2 R} \quad (6.24)$$

Шунга асосан,

$$\nabla h_i = i_f l_m \quad (6.25)$$

бунда $\bar{i}_f$ — l_m узунликдаги ишқаланиш нишаблигининг ўртача қиймати.

(8.25) ифодадан фойдаланиб, Бернулли тенгламасини куйидаги кўринишда ифодалаймиз:

$$l_m = \frac{\mathfrak{E}_{m+1} - \mathfrak{E}_m}{i - \bar{i}_f} \quad (6.26)$$

бундан,

$$\mathfrak{E}_m = h_m + \frac{\alpha v_m^2}{2g}; \quad \mathfrak{E}_{m+1} = h_{m+1} + \frac{\alpha v_{m+1}^2}{2g} \quad (6.27)$$

(8.26) ифодадаги $\bar{i}_f$ параметр катталигини куйидаги формулалар ёрдамида аниқлаш мумкин.

$$i'_f = \frac{1}{2}(i_{f_m} + i_{f_{m+1}}) \quad (6.28)$$

бунда i_{f_m} ва $i_{f_{m+1}}$ – чуқурликлар мавжуд бўлган кесимлардаги ишқаланиш нишабликлари катталиги, ёки

$$\bar{i}_f = \frac{\bar{v}^2}{\bar{C}^2 \bar{R}} \quad (6.29)$$

бунда $\bar{v}$, $\bar{C}$, $\bar{R}$ – гидравлик элементлар

$$\bar{h} = \frac{1}{2}(h_m + h_{m+1}) \quad (6.30)$$

чуқурлик учун ҳисобланган.

Бу ерда (6.26) тенглама асосий ҳисоблаш тенгламаси дейилади.

Ўзан туби горизонтал $i=0$ ҳамда тескари нишабли $i=-i'$ бўлса, (6.26) тенгламага қўйилади, бунда i' – абсолют нишаблик.

Оқимнинг эркин сирт эгрилигини қуришда танлаб олиш усулидан фойдаланилади. m кесим яқинидаги h_{m_1} ; h_{m_2} ; h_{m_3} ; ...; h_{m_n} ; ... чуқурликлар берилади. Ҳар қайси чуқурлик киймати учун $\mathcal{E}_m$ ва i_f параметрлар ҳисобланади. Бу ҳисоб (6.26) тенглама шарти бажарилгунга қадар давом эттирилади.

Ҳисоблаш жадвал шаклида олиб борилади.

$h, м$	$\mathcal{E}$ (график бўйича), $м$	$\mathcal{E}_{m+1} - \mathcal{E}_m, м$	$\bar{h}, м$	$i - \bar{i}_f$ (график бўйича)	$l, м$
h_n					
h_{n-1}					
.....					
.....					
h_1					

Агар ўзан ноцилиндрик шаклда бўлса, ҳисоблашда танлаб олиш усулидан фойдаланилади.

Белгиланган кесимларда h_{m_1} ; h_{m_2} ; h_{m_3} ; ...; h_{m_n} ; ... ихтиёрий катталиклар танланиб, бу катталикларга мос келувчи $\mathcal{E}_m$ и i_f катталиклар аниқланади ва (6.26) ифодага мос келувчи чуқурлик танланади.

Умуман, цилиндрсимон ўзан цилиндрик ўзаннынг хусусий холи бўлганлиги сабабли, бу усулни цилиндрсимон ўзанларда гидравлик ҳисоблаш бажарилганда ҳам қўлланилиши мумкин.

Ҳисоблаш юқоридаги жадвалда келтирилган тартибда олиб борилади.

Бу усулдан фойдаланганда $\Delta h = h_{m+1} - h_m \approx 0,1$ ёки $0,2$ м фарк бўлиши керак.

Ҳисоблашни енгиллаштириш мақсадида

а) $\Sigma = f(h)$ графиги тузилиб, ундан турли чуқурликлар учун Σ катталиқ қиймати аниқланади;

б) $(i - \bar{i}_f) = f(\bar{h})$ графиги тузилиб, $\bar{h}$ чуқурликка мос келувчи $(i - \bar{i}_f)$ катталиқ қиймати аниқланади.

6.1-машқ.

Тўғри тўртбурчак шаклидаги кесимга эга бўлган новда ҳаракатланаётган оқимнинг критик чуқурлигини аниқланг.

$$Q = 7,5 \text{ м}^3/\text{сек}; b = 8,6 \text{ м.}$$

$$\text{Жавоб: } h_{кр} = 0,43 \text{ м.}$$

6.2-машқ.

Учбурчак шаклидаги кесимли новда ҳаракатланаётган оқимнинг критик чуқурлигини аниқланг.

$$Q = 0,76 \text{ м}^3/\text{сек}; m = 1,0.$$

$$\text{Жавоб: } h_{кр} = 0,65 \text{ м.}$$

6.3-машқ.

Парабола шаклидаги кесимга эга бўлган ўзанда ҳаракатланаётган оқимнинг критик чуқурлигини аниқланг.

$$Q = 15,6 \text{ м}^3/\text{сек}; p = 5,1 \text{ м.}$$

$$\text{Жавоб: } h_{кр} = 1,2 \text{ м.}$$

6.4-машқ.

Трапеция шаклидаги каналда ҳаракатланаётган оқимнинг критик чуқурлигини аниқланг.

Ҳисоблаш:

Дастлаб тўртбурчак шаклидаги каналда ҳаракатланаётган оқим учун критик чуқурликни ҳисоблаймиз:

$$h_{к.н} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{gb^2}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 5,6^2}{9,81 \cdot 7,3^2}} = 0,41 \text{ м.}$$

z_n катталиқни аниқлаб оламиз:

$$z_n = \frac{mh_{к.н}}{b} = \frac{1,25 \cdot 0,41}{7,3} = 0,07$$

бу катталиқни аниқланган қийматига мос келувчи k коэффициентни ҳисоблаб, кейин критик чуқурлик $h_{кр}$ қийматини ҳисоблаймиз

$$k = 1 - \frac{z_n}{3} = 0,98; h_{кр} = kh_{к.н} = 0,98 \cdot 0,41 = 0,4 \text{ м.}$$

6.5-машқ.

Кўндаланг кесими айлана (сегмент) шаклидаги ўзанда ҳаракатланаётган оқимнинг критик чуқурлигини аниқланг.

$$Q = 2,0 \text{ м}^3/\text{сек}; d = 3,0 \text{ м.}$$

Ҳисоблаш:

Ёрдамчи катталиқни аниқлаймиз:

$$h_{к.н} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{gb^2}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 2^2}{9,81 \cdot 3^2}} = 0,368 \text{ м.}$$

Бундан

$$\frac{h_{к.н}}{d} = \frac{0,368}{3,0} = 0,1226$$

XXI жадвалдан $h_{к.н}/d = 0,2027$ га мос келувчи катталиқни аниқлаймиз:

$$h_{кр} = (h_{к.н}/d)d = 0,2027 \cdot 3,0 = 0,605.$$

Бундан $h_{к.н}/d = 0,40$ бўлган ҳолат учун

$$\frac{h_{кр}}{d} = 1,55 \frac{h_{к.н}}{d} - 0,9 \left(\frac{h_{к.н}}{d} \right)^2 + 0,025 = 1,55 \cdot 0,1226 - 0,9(0,1226)^2 + 0,025 = 0,2015$$

$$h_{кр} = (h_{к.н}/d)d = 0,2015 \cdot 3,0 = 0,6045.$$

Бунда хатолик даражаси 1%.

6.6-машқ.

Айлана (сегмент) шаклдаги кесимга эга бўлган ўзанда ҳаракатланаётган оқимнинг критик чуқурлигини аниқланг.

$$Q = 5,6 \text{ м}^3/\text{сек}; d = 5,6 \text{ м.}$$

$$\text{Жавоб: } h_{кр} = 0,887 \text{ м.}$$

6.7-машқ.

Айлана (сегмент) шаклдаги кесимга эга бўлган ўзанда ҳаракатланаётган оқимнинг критик чуқурлигини аниқланг.

$$Q = 0,8 \text{ м}^3/\text{сек}; d = 2,4 \text{ м.}$$

$$\text{Жавоб: } h_{кр} = 0,408 \text{ м.}$$

6.8-машқ.

Айлана (сегмент) шаклдаги кесимга эга бўлган ўзанда ҳаракатланаётган оқимнинг критик чуқурлигини аниқланг.

$$Q = 8,0 \text{ м}^3/\text{сек}; d = 4,0 \text{ м.}$$

$$\text{Жавоб: } h_{кр} = 1,11 \text{ м.}$$

6.9-машқ.

Куворда ҳаракатланаётган оқимнинг қуйидаги бошланғич қатталиклари берилган ҳолат учун критик чуқурлиги аниқлансин:

$$Q = 12,32 \text{ м}^3/\text{сек}; d = 2,37 \text{ м.}$$

$$\text{Жавоб: } h_{кр} = 1,63 \text{ м.}$$

6.10-машқ.

Тўғри тўртбурчак шаклдаги кесимга эга бўлган ўзанда ҳаракатланаётган оқимнинг критик чуқурлиги аниқланг

$$q = 3,0 \text{ м}^3/\text{сек}; \alpha = 1,05.$$

$$\text{Жавоб: } h_{кр} = 0,987 \text{ м.}$$

6.11-машқ.

Трапеция шаклдаги ўзанда ҳаракатланаётган оқимнинг критик чуқурлиги аниқланг.

$$Q = 10,0 \text{ м}^3/\text{сек}; m = 3,0; b = 5 \text{ м.}$$

$$\text{Жавоб: } h_{кр} = 0,65 \text{ м.}$$

6.12 машқ

Трапеция шаклдаги ўзанда ҳаракатланаётган оқимнинг критик чуқурлиги аниқланг.

$$Q = 15,0 \text{ м}^3/\text{сек}; m = 2,0; b = 5 \text{ м.}$$

$$\text{Жавоб: } h_{кр} = 0,87 \text{ м.}$$

6.13-машқ.

6.11-машқ шартларини каноатлантирувчи ғадир-будирликнинг $n = 0,020$ кийматига мос келувчи критик нишабликни аниқланг.

$$\text{Жавоб: } h_{кр} = 0,0036 \text{ м.}$$

6.15-машқ.

Трапеция шаклдаги каналнинг қуйидаги гидравлик элементлари берилган: $b = 10 \text{ м}$, $m = 1,25$, $n = 0,020$, $i = 0,001$, $Q = 22 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Каналда тўсик ўрнатилган бўлиб, сатх $0,53 \text{ м}$ га қўтарилиши мумкин. Сатх эгрилиги қўринишини аниқлаб, уни ҳисобланг.

Ҳисоблашда Б.А.Бахметов, Н.И.Павловский, И.И.Агроскин ва йиғинди усулларидан фойдаланинг.

Кесим №	$h, м$	$\omega = (b + mh)h, м^2$	$\chi = h + 2h\sqrt{1 + m^2}, м$	$B = b + 2mh, м$	$R = \frac{\omega}{\chi}, м$	$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R, м^{0,5}/сек$	$K = \omega \chi \sqrt{R}, м^3/сек$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,25	14,44	14,0	13,25	1,03	50,2	738
2	1,35	15,80	14,32	13,38	1,10	50,74	840
3	1,45	17,12	14,64	13,63	1,17	51,21	948
4	1,55	18,50	14,96	13,87	1,24	51,67	1066
5	1,65	19,80	15,28	14,12	1,30	52,02	1176
6	1,75	21,30	15,60	14,37	1,37	52,43	1310

6.1-жадвалнинг давоми

Кесим №	$K_{\text{ср}} = \frac{K_1 + K_2}{2}, м^3/сек$	$\Pi'_k = \frac{\alpha i C^2 B}{g \chi}$	$\Pi'_{\text{ср}} = \frac{\Pi'_{k1} + \Pi'_{k2}}{2}$	$h_{\text{ср}} = \frac{h_1 + h_2}{2}$	$x = 2 \frac{\lg K_{\text{ср}} - \lg K_0}{\lg h_{\text{ср}} - \lg h_0}$	Изох
1	9	10	11	12	13	14
1	789	0,268	0,270	1,30	3,93	$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R, Q = 22 м^3/сек, n = 0,02,$ Канал трапеция шаклдаги канал ўлчамлари: $b = 10 м, m = 1,25, h_0 = 1,22 м,$ $i = 0,001, K_0 = 695 м^3/сек.$
2	894	0,272	0,272	1,40	3,67	
3	1007	0,272	0,275	1,50	3,58	
4	1121	0,278	0,279	1,60	3,52	
5	1243	0,280	0,282	1,70	3,48	
6		0,284				

Ҳисоблаш:

Дастлаб каналда ҳаракатланаётган оқимнинг нормал ва критик чуқурликларини аниқлаймиз.

а) нормал чуқурликни аниқлаймиз

$$F(R_{2,3,K}) = (4m_0)^{-1} \frac{Q}{\sqrt{i}} = 0,128 \frac{22}{\sqrt{0,001}} = 89 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Х жадвалдан $n = 0,020$ учун $R_{2,3,K} = 1,25 \text{ м}$, $\frac{b}{R_{2,3,K}} = \frac{10}{1,25} = 8$.

XI жадвалдан эса $\frac{h}{R_{2,3,K}} = 0,98$ ни аниқлаймиз.

Бундан $h_0 = 1,25 \cdot 0,98 = 1,22 \text{ м}$.

б) критик чуқурликни XX жадвалдан аниқлаймиз

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{22}{10} = 2,2 \text{ м};$$

$$z_n = \frac{mh_{K,n}}{b} = \frac{1,25 \cdot 0,82}{10} = 0,10.$$

Трапеция шаклдаги канал учун (6.5) ифодадан

$$h_{кр} = \left(1 - \frac{z_n}{3} + 0,105 z_n^2 \right) h_{K,n} = \left(1 - \frac{0,10}{3} + 0,105 \cdot 0,1^2 \right) = 0,79 \text{ м}$$

ёки Рахмонов жадвалидан фойдаланиб, бу катталиқ аниқланади.

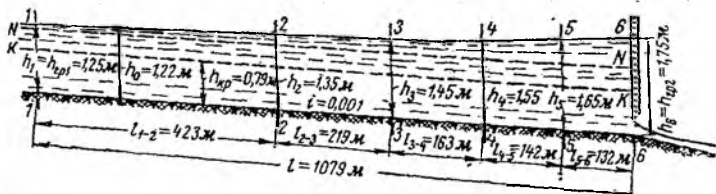
$h_0 = 0,22 \text{ м} > h_{кр} = 0,79 \text{ м}$, демак, оқим тинч ҳолатда ҳаракатланиб, сатҳ кўтарилувчи $h_{чез2} = 1,22 + 0,23 = 1,75 \text{ м}$ – чегаравий чуқурлик.

Сатҳ эгрилигининг охириги туташ қисми нормал чуқурликдан $0,03 \text{ м}$ фарк қилади деб қабул қиламиз. Демак, чегаравий чуқурликлар маълум бўлди.

$$h_{чез1} = 1,25 \text{ м ва } h_{чез2} = 1,75 \text{ м}$$

1) Б.А.Бахметов усулида сатҳ эгрилигини ҳисобланг.

$i > 0$ бўлганлиги учун ҳисоблаш (6.8) формула асосида олиб борилади.



6.8-расм.

Иккала чегаравий чукурликлар орасидаги масофани бешта бўлимга ажратамиз. А форма шаклида 6.1-жадвални тузамиз ва кейин Б форма шаклида 6.2-жадвални тузамиз. Ҳисоблашлар шу шаклдаги жадваллар қўринишида олиб борилади.

6.8-расмда шу жадваллар асосида қурилган окимнинг сатх эгрилиги келтирилган.

$\varphi(\eta)$ функциянинг гидравлик кўрсаткич қийматига мос келувчи катталиклари махсус жадвалларда келтирилмаган ҳолатларда, интерполяция усулидан фойдаланилади. Агар x гидравлик кўрсаткич катталиги $a < x < b$ ораликда жойлашган бўлиб, $x = a$ ва $x = b$ катталиклар қийматлари маълум бўлса, $\varphi_x(\eta)$ функция қиймати қуйидаги формула ёрдамида аникланади

$$\varphi_x(\eta) = \varphi_a(\eta) + \frac{x-a}{b-a} [\varphi_b(\eta) - \varphi_a(\eta)]$$

Масалан $x = 3,93$, $\eta = 1,023$ бўлиб, $a = 3,90$, $\varphi_a(\eta) = 0,764$ (М.М.Чертоусов), у ҳолда $b = 4$, $\varphi_b(\eta) = 0,734$ (18-жадвалга асосан).

Бундан

$$\varphi_x(\eta) = \varphi_a \frac{x-a}{x-b} [\varphi_b(\eta) - \varphi_a(\eta)].$$

1) Н.Н.Павловский усули асосида окимнинг сатх эгрилигини ҳисоблаш.

$i > 0$ бўлган ҳолатда $x = 2$ учун (6.11) ифодадан фойдаланилади.

Иккала чегаравий чукурликлар оралиги олти кесимли беш бўлимга бўлиб олинади ва 6.3, 6.4-жадваллар тузилиб, шу жадваллар шаклида олиб борилади.

13 катакчадаги катталиклар йиғиндисини аниқлаб, кўтариловчи сатх узунлигини аниқлаймиз. Бу эса 1083 м га тенг.

2) Н.Н.Агроскин усулида сатх эгрилигини аниқлаш. $i > 0$ бўлган ҳолатда $x = 5,5$ қиймат учун ҳисоблашни бажарамиз.

Чегаравий қийматлар оралиги олти кесим ва беш бўлимга бўлинади. 6.5-жадвал шаклида ҳисоблаш давом эттирилади.

6.5-жадвалдаги 19-катакчадаги ҳисобланган катталиклар йиғиндисини соҳа узунлигига тенг.

Бу катталик 1092 м га тенг бўлади.

3) Йиғинди усулида сатх эгрилигини аниқлаш. $i > 0$ ҳолат учун (6.20) - (6.22) ифодалар қўлланилади.

Чегаравий чукурликлар оралигидаги масофа 11 кесим ва 10 бўлимга бўлинади.

Ҳисоблаш 6.6-жадвал шаклида олиб борилади. Жадвалнинг 11-катакчасидаги катталиклар йиғиндисини 1256 м сатх эгрилиги узунлигини беради.

Кесим №	$h, м$	$\eta = \frac{h}{h_0}$	x	$\varphi(\eta)$	$\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)$	$\eta_2 - \eta_1$	$II'_{к,сп}$	$(1 - II'_{к,сп})$	$[6] \times [9]$	$[7] - [10]$	$\frac{h_0}{l}$	$l_{1-2} = [11] \times [12], м$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1,25	1,023	3,93	0,755	-0,361	0,083	0,27	0,73	-0,264	0,347	1220	423	$Q = 22, м^3/сек, h_0 = 1,22 м, h_{кр} = 0,79 м, l = 0,001,$ $n = 0,020, \frac{h_0}{l} = 1220. \varphi(\eta)$ функция 11.18-жадвалдан топилди. Чертовский Гидравлика махсус курс, 1962, 611-615 бетлар.
2	1,35	1,106		0,394									
2	1,35	1,106		0,449									
			3,67		-0,131	0,084	0,272	0,728	-0,0954	0,1794	1220	219	
3	1,45	1,19		0,318									
3	1,45	1,19		0,335									
			3,58		-0,074	0,080	0,275	0,725	-0,0537	0,1337	1220	163	
4	1,55	1,27		0,261									
4	1,55	1,27		0,271									
			3,52		-0,050	0,080	0,279	0,721	-0,0361	0,1161	1220	142	
5	1,65	1,35		0,221									
5	1,65	1,35		0,228									
			3,48		-0,039	0,080	0,282	0,718	-0,0280	0,108	1220	132	
6	1,75	1,43		0,189									

Кесим №	$h, м$	$\omega, м^2$	$B, м$	$\chi, м$	$R, м$	$C, м^{0,5}/сек$	$Q' = \alpha C \sqrt{Rl}, м^3/сек$	$\frac{\alpha(Q')^2}{g\omega^2}$	$\frac{B}{\omega}, м^{-1}$	$II'_к = [9] \times [10]$	$II'_{к,сп}$	$(1 - II'_к)_{сп}$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1,25	14,44	13,25	14,00	1,03	50,23	23,2	0,294	0,917	0,278	0,270	0,730	Ҳисоблашда 6.1-жадвалдаги берилганлардан фойдаланилди.
2	1,35	15,80	13,38	14,32	1,10	50,74	26,6	0,317	0,846	0,272	0,272	0,728	
3	1,45	17,12	13,63	14,64	1,17	51,21	30,0	0,344	0,796	0,272	0,275	0,725	
4	1,55	18,50	13,87	14,96	1,24	51,67	33,7	0,372	0,750	0,278	0,279	0,721	
5	1,65	19,80	14,12	15,28	1,30	52,02	37,2	0,393	0,712	0,280	0,282	0,718	
6	1,75	21,30	14,37	15,60	1,37	52,43	41,4	0,424	0,674	0,284			

6.4-жадвал

Кесим №	$h, \text{м}$	$z = \frac{Q'}{Q}$	$\Delta z = z_2 - z_1$	$\phi(z)$	$\phi(z_2) - \phi(z_1)$	$(1 - \Pi'_k)_{\text{оп}}$	$[6] \times [7]$	$[4] - [8]$	$\Delta h = h_2 - h_1$	$a = \frac{\Delta h}{\Delta z}$	$\frac{a}{i}$	$l_{1-2} = [9] \times [12]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1,25	1,054		1,822									$Q = 22 \text{ м}^3/\text{сек}, i = 0,001,$ $n = 0,020, h_0 = 1,22 \text{ м},$ $h_{\text{кр}} = 0,79 \text{ м}. \phi(z)$ катталиги $x = 2$ учун XXII жадвалдан топилиди.
2	1,35	1,209	0,155	1,179	-0,643	0,730	-0,470	0,625	0,10	0,685	685	428	
3	1,45	1,363	0,154	0,936	0,243	0,728	-0,1772	0,3312	0,10	0,650	650	215	
4	1,55	1,532	0,169	0,781	-0,155	0,725	-0,1122	0,2712	0,10	0,592	592	161	
5	1,65	1,690	0,158	0,681	0,100	0,721	-0,07185	0,230	0,10	0,632	632	146	
6	1,75	1,884	0,194	0,592	-0,089	0,718	-0,0636	0,258	0,10	0,515	515	133	

$$\sum l = 1083 \text{ м.}$$

6.5-жадвал

Кесим №	$h, \text{м}$	$\sigma = \frac{m_0 h}{h + mh}$	$F(\sigma)$ (XXIIIa жадвал)	$hF(\sigma)$	$z = \frac{hF(\sigma)}{h_0 F(\sigma_0)}$	$\Delta z = z_2 - z_1$	$\phi(z)$ (XXIIIг жадвал)	$\phi(z) = \phi(z_2) - \phi(z_1)$	$\theta(\sigma)$ (XXIIIб жадвал)	$\Pi'_k = \text{const} \theta(\sigma)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,25	0,211	1,671	2,09	1,018	-0,052	0,494		0,375	0,264
2	1,35	0,225	1,628	2,195	1,070	-0,044	0,266	-0,228	0,383	0,270
3	1,45	0,240	1,584	2,30	1,114	-0,056	0,191	0,075	0,391	0,275
4	1,55	0,253	1,550	2,40	1,170	-0,048	0,137	0,054	0,398	0,280
5	1,65	0,267	1,515	2,50	1,218	-0,046	0,109	0,028	0,405	0,285
6	1,75	0,280	1,485	2,60	1,264		0,088	0,021	0,4115	0,290

Кесим №	$\Pi'_{к,гр} = \frac{\Pi'_{к1} + \Pi'_{к2}}{2}$	$(1 - \Pi'_k)_{гр}$	$[9] \times [13]$	$[7] - [14]$	$\Delta h = h_2 - h_1$	$a = \frac{\Delta h}{\Delta z}$	$\frac{a}{i}$	$l_{1-2} = [15] \times [18]$	Изох
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1									$Q = 22 \text{ м}^3/\text{сек},$ $m = 1,25, m_0 = 1,952,$ $\sigma_0 = \frac{m_0 h_0}{h + m h_0} = \frac{1,952 \cdot 1,22}{10 + 1,25 \cdot 1,22} = 0,207$ $F(\sigma_0) = 1,684 \text{ (XXIII жадал)}$ $[h_0 F(\sigma_0)]^{-1} = 0,487,$ $\frac{0,112i}{h^2} b^{0,4} = \frac{0,112 \cdot 0,001}{0,02^2} \cdot 10^{0,4} = 0,703$
2	0,267	0,733	-0,1670	0,219	0,10	1,922	1922	422	
3	0,2725	0,7275	-0,0546	0,0986	0,10	2,273	2273	224	
4	0,2775	0,7225	-0,0398	0,0958	0,10	1,785	1785	171	
5	0,2825	0,7175	-0,0201	0,0681	0,10	2,080	2080	142	
6	0,2875	0,7125	-0,0150	0,061	0,10	2,175	2175	133	

$$\sum l = 1092 \text{ м.}$$

Кесим №	$h, \text{м}$	$\eta = \frac{h}{b}$	$\Delta \eta = \eta_2 - \eta_1$	$f_1(\eta)$	$\theta(\eta)$	$f_1(\eta) - f_1(\eta_{сп})$	$\theta(\eta) - \theta(\eta_0)$	$\varphi(\eta) = \frac{7}{8}$	$\sum_{n=1}^{n+1} \varphi(\eta)$	$l_{1-2}, [\text{м}]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,25	0,125	0,005	512,0	1607,6	-1524,4	-130,2	11,72	16,74	358	$b = 10 \text{ м}, m = 1,25, i = 0,001, Q = 22$ $\text{м}^3/\text{сек}, h_0 = 1,22 \text{ м}, h_{сп} = 0,79 \text{ м},$ $\eta_{сп} = 0,079,$ $f_1(\eta_{сп}) = 2036,4, \theta(\eta_0) = 1737,8$ (И.И.Агроскин «Гидравлик хисоблар учун жадаллар», 1946), $A' = \frac{h\theta(\eta_0)}{2f_1(\eta_{сп})} = \frac{10 \cdot 1737,8}{2 \cdot 0,001 \cdot 2036,4} = 4274$
2	1,30	0,130	0,005	455,17	1422,7	-1581,2	-315,1	5,02	8,47	181	
3	1,35	0,135	0,005	406,44	1265,3	-1630,0	-472,5	3,45	6,20	132	
4	1,40	0,140	0,005	364,43	1130,5	-1672,0	-607,3	2,75	5,11	109	
5	1,45	0,145	0,005	328,02	1014,3	-1708,4	-723,5	2,36	4,48	96	
6	1,50	0,150	0,005	296,29	913,72	-1740,1	-824,1	2,11	4,05	96	
7	1,55	0,155	0,005	268,53	826,12	-1767,9	-911,7	1,94	3,75	80	
8	1,60	0,160	0,005	244,14	749,54	-1792,3	-988,3	1,81	3,53	75	
9	1,65	0,165	0,005	222,61	682,26	-1813,8	-1055,5	1,72	3,37	72	
10	1,70	0,170	0,005	203,54	622,90	-1832,9	-1114,9	1,65	3,24	69	
11	1,75	0,175	0,005	186,59	570,35	-1849,8	-1167,4	1,58			

$$\sum l = 1256 \text{ м.}$$

6.16-машк.

Трапедия шаклдаги каналда ҳаракатланаётган сатх кўтарилувчи оқимнинг тўсувчи иншоат яқинидаги чегаравий чуқурлик $h_{\text{чег}2} = 4$ м. Кўтарилувчи сатх эгрилигини қуриб, сатхнинг кўтарилиш бошланишидаги чуқурлигини топинг.

$$L = 8 \text{ км}, b = 12 \text{ м}, m = 1,5, n = 0,025, i = 0,0002.$$

Ҳисоблаш:

Сатх эгрилигини қуришни И.И. Агроскин усулида олиб борамиз.

Каналда ҳаракатланаётган оқимнинг нормал чуқурлигини аниқлаймиз:

$$F(R_{\text{с.э.к}}) = (4m_0)^{-1} \frac{Q}{\sqrt{i}} = 0,119 \frac{50}{0,0141} = 422 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Берилган $n = 0,025$ $R_{\text{с.э.к}} = 2,42$ м, $b/R_{\text{с.э.к}} = 4,96$, $h_0/R_{\text{с.э.к}} = 1,29$, $h_0 = 1,29 \cdot 2,42 = 3,12$ м. $h_{\text{чег}2} > h_0$ бўлганлиги учун сатх кўтарилувчи. $h_{\text{чег}1} = 1,02h_0 = 3,17$ м нормал чуқурликка нисбатан 2% катта деб қабул қиламиз.

Ҳисоблаш 6-7-жадвал кўринишда олиб борилиб, 19 катакчадаги кийматлар йиғиндиси қабул қилинади. $\sum_1^5 l = 14170 \text{ м} > L = 8000 \text{ м}$. 1-4 соҳаларда сатх эгрилиги узунлиги 6520 м < L. Демак, биринчи чегаравий чуқурлик $3,18 < h_{\text{чег}1} < 3,40$ ораликда ётибди.

Биринчи чегаравий чуқурликни аниқлаш учун 4-5 ораликда чизикли интерполяциядан фойдаланамиз:

Кесим №	$h, \text{м}$	$\sum l$	$\Delta h, \text{м}$	$\Delta(\sum l), \text{м}$
4	3,4	6520	0,22	7650
5	3,18	14170		

Бундан

$$h_{\text{ср}1} = 3,18 + \frac{0,22}{7650} (14170 - 8000) = 3,36$$

6.17-машк.

Бетонланган трапециодал шаклдаги каналда ($n = 0,017$) қурилган сув туширгич ҳисобига пасаяувчи сатх ҳосил бўлмоқда. Агар қуйидаги параметрлар берилган бўлса, сув туширгич олдидаги чуқурликни $h_{\text{чег}2} = 1,02h_{\text{ср}}$ деб қабул қилиб, эркин сирт эгрилигини ҳисоблансин:

$$Q = 15 \text{ м}^3/\text{сек}, b = 5 \text{ м}, m = 1,5, i = 0,002.$$

Ҳисоблаш:

И.И. Агроскин усули ёрдамида сатх эгрилигини қуралимиз:

$$q = \frac{15}{5} = 3 \text{ м}^3/\text{сек} \cdot \text{м} \text{ ва } h_{\text{ср}} = 1,0 \text{ м}.$$

Кесим №	$h, м$	$\sigma = \frac{m_0 h}{b + mh}$	$I'(\sigma)$ (XXIIIa жадвал)	$hI'(\sigma)$	$z = \frac{hI'(\sigma)}{h_0 I'(\sigma_0)}$	$\Delta z = z_2 - z_1$	$\phi(z)$ (XXIIIг жадвал)	$\phi(z) = \phi(z_2) - \phi(z_1)$	$\theta(\sigma)$ (XXIIIб жадвал)	$\Pi'_* = const \theta(\sigma)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	4,0	0,466	1,190	4,75	1,19		0,124		0,500	0,048
2	3,8	0,450	1,208	4,59	1,15	-0,04	0,153	-0,029	0,494	0,048
3	3,6	0,434	1,228	4,42	1,11	$\pm 0,04$	0,196	-0,043	0,486	0,047
4	3,4	0,418	1,249	4,24	1,06	-0,05	0,290	-0,094	0,479	0,047
5	3,18	0,400	1,278	4,07	1,01	-0,05	0,598	-0,308	0,472	0,046

6.7-жадвалнинг давоми

Кесим №	$\Pi'_{к,р} = \frac{\Pi'_{к1} + \Pi'_{к2}}{2}$	$(1 - \Pi'_k)_{р}$	$[9] \times [13]$	$[7] - [14]$	$\Delta h = h_2 - h_1$	$a = \frac{\Delta h}{\Delta z}$	$\frac{a}{i}$	$l_{1-2} = [15] \times [18]$	Изох
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1									$\xi = 50 \text{ м}^3/\text{сек}, b = 12 \text{ м},$
2	0,0480	0,95	-0,028	0,068	К0,20	5	25000	1700	$m = 1,5, m_0 = 2,106, i = 0,0002,$
3	0,0475	0,95	-0,041	0,081	К0,20	5	25000	2020	$n = 0,025, \sigma_0 = 0,393,$
4	0,0470	0,95	-0,090	0,140	К0,20	4	20000	2800	$I'(\sigma_0) = 1,285, [h_0 I'(\sigma_0)] = 0,25,$
5	0,0465	0,95	-0,298	0,348	К0,22	4,4	22000	7650	$\frac{0,112i}{n^2} h^{0,4} = 0,097$

$$\sum l = 14170 \text{ м.}$$

Кесим №	$h, м$	$\sigma = \frac{m_0 h}{b + mh}$	$I'(\sigma)$ (XXIIIa жадвал)	$hI'(\sigma)$	$z = \frac{hI'(\sigma)}{h_0 I'(\sigma_0)}$	$\Delta z = z_2 - z_1$	$\phi(z)$ (XXIIIг жадвал)	$\phi(z) = \phi(z_2) - \phi(z_1)$	$\theta(\sigma)$ (XXIIIб жадвал)	$\Pi' = const \theta(\sigma)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,0	0,322	1,399	1,399	1,942	-0,234	0,00932		0,3251	30,9
2	0,8	0,258	1,537	1,230	1,708	-0,264	0,0195	0,01018	0,3197	30,4
3	0,6	0,193	1,733	1,040	1,444	-0,312	0,0436	0,0241	0,3063	29,1
4	0,4	0,129	2,037	0,814	1,132	-0,127	0,170	0,1264	0,2840	27,0
5	0,33	0,1064	2,198	0,725	1,005		0,730	0,560	0,2685	25,5

6.8-жадвалининг давомин

Кесим №	$\Pi'_{с,зр} = \frac{\Pi'_{с1} + \Pi'_{с2}}{2}$	$(1 - \Pi'_x)_{зр}$	$[9] \times [13]$	$[7] - [14]$	$\Delta h = h_2 - h_1$	$\alpha = \frac{h_2 - h_1}{z_2 - z_1}$	$\frac{\alpha}{i}$	$l_{1-2} = [15] \times [18]$	Изох
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1									$Q = 18,7 \text{ м}^3/\text{сек}, h = 6,2 \text{ м},$ $m = 0, m_0 = 2, i = 0,08, n = 0,014$ $\sigma_0 = \frac{m_0 h_0}{b + m h_0} = 0,105, I'(\sigma_0) = 2,21$ $h_0 I'(\sigma_0) = 0,72, \frac{0,112}{n^2} h^{0,4} = 95 = const$
2	30,65	-29,65	-0,302	0,068	-0,20	0,855	10,7	0,73	
3	29,75	-28,75	-0,692	0,428	-0,20	0,757	9,46	4,05	
4	28,05	-27,05	-3,42	3,108	-0,20	0,641	8,02	24,94	
5	26,25	-25,25	-14,15	14,023	-0,07	0,551	6,88	96,5	

$$\sum l = 126,22 \text{ м.}$$

Бундан

$$z_n = \frac{m h_{\kappa, n}}{b} = 0,3; \quad k = 1 - \frac{z_n}{3} + 0,105 z_n^2 = 0,9; \quad h_{\kappa p} = k h_{\kappa, n} = 0,9 \text{ м.}$$

Оқимнинг нормал чуқурлигини аниқлаймиз:

$$F(R_{\epsilon, \lambda, \kappa}) = (4m_0)^{-1} \frac{Q}{\sqrt{i}} = 39,9 \text{ м}^3/\text{сек}$$

$$R_{\epsilon, \lambda, \kappa} = 0,86 \text{ м}, \quad b/R_{\epsilon, \lambda, \kappa} = 5,82, \quad h_0/R_{\epsilon, \lambda, \kappa} = 1,19, \quad h_0 = 1,03 \text{ м.}$$

Оқимнинг нормал чуқурлигини аниқлаймиз:

$$h_{\text{чез1}} = 0,98 h_0 = 1,01 \text{ м}, \quad h_{\text{чез2}} = 1,02 \cdot 0,9 = 0,92 \text{ м.}$$

Юқоридаги келтирилган машқда келтирилган тартибда ҳисобни бажариб, $l = 30 \text{ м}$ эканлигини аниқлаймиз.

6.18-машқ.

Қуйидаги гидравлик элементлари маълум бўлган тезоқарда ҳаракатланаётган оқимнинг сатҳ эгрилигини ҳисобланг.

$$Q = 18,7 \text{ м}^3/\text{сек}, \quad b = 6,2 \text{ м}, \quad n = 0,014, \quad i = 0,08.$$

Оқим тушаётган соҳа узунлиги 100 м.

Ҳисоблаш:

И.И.Агроскин усули билан ҳисоблаш бажарилади. Оқим ҳаракатланиб тушаётган соҳанинг кириш қисмидаги критик чуқурлик аникланади. $\alpha = 1,1$ киймат қабул қилиб, $q = 18,7/6,2 \approx 3 \text{ м}^3/\text{сек}$ ни ҳисоблаймиз ва $h_{\kappa p} = 1 \text{ м}$.

Бу соҳадаги оқимнинг нормал чуқурлиги аниқлаймиз:

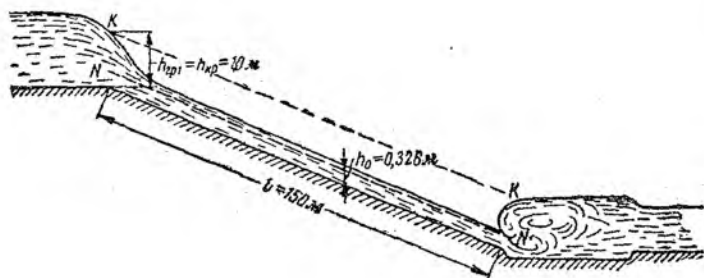
$$F(R_{\epsilon, \lambda, \kappa}) = \frac{1}{4m_0} \frac{Q}{\sqrt{i}} = 0,125 \frac{18,7}{\sqrt{0,08}} = 8,25 \text{ м}^3/\text{сек},$$

$$R_{\epsilon, \lambda, \kappa} = 0,438 \text{ м}, \quad b/R_{\epsilon, \lambda, \kappa} = \frac{6,2}{0,438} = 14,15, \quad h_0/R_{\epsilon, \lambda, \kappa} = 0,745,$$

$$h_0 = 0,745 \cdot 0,438 = 0,326 \text{ м.}$$

Демак, оқим ҳаракатланиб тушаётган иншоатда $h_{\kappa p} = 1,0 \text{ м}$ да $h_0 = 0,326 \text{ м}$ га чуқурлик камайиб, пасаяувчи сатҳ бўлади.

4.5-бўлимда интерполяция усулини қўллаб, 0,349 м чуқурликни аниқлаймиз (6.9-расм). Ҳисоблаш 6.8-жадвал кўринишда олиб борилади.



6.9-расм.

6.19-машк.

Параболик шаклдаги кесимга эга бўлган каналда ҳаракатланаётган оқимнинг сатҳ эгрилигини ҳисобланг.

$$p = 4,7 \text{ м}, n = 0,025, i = 0,0009, Q = 8,37 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Канал охиридаги оқим чуқурлиги нормал чуқурликдан 0,5 м юқори деб, қабул қилинг.

Ҳисоблаш: Сатҳ эгрилиги И.И.Агроскин усулида олиб борилади.

Нормал чуқурликни аниқлаймиз.

$$F(R_{г.н.к}) = 0,1524 \frac{Q}{\sqrt{i}} = 42,6 \text{ м}^3/\text{сек},$$

$$R_{г.н.к} = 1,02 \text{ м}, b/R_{г.н.к} = 4,61, h_0/R_{г.н.к} = 1,46$$

ва бундан

$$h_0 = 1,46 \cdot 1,02 = 1,5 \text{ м}.$$

Чегаравий чуқурликни аниқлаймиз:

$$h_{вер1} = h_0 + 0,05 \text{ м} = 1,55 \text{ м}, h_{вер2} = h_0 + 0,5 \text{ м} = 2,0 \text{ м}.$$

Чуқурликка оралиқ ихтиёрий қийматлар бериб масофалар аниқланади. Ҳисоблаш 6.9-жадвал шаклида олиб борилади.

Умумий узунлик $\sum l = 1100 \text{ м}$

6.20-машк.

Сегмент шаклдаги новда ҳаракатланаётган оқимнинг сатҳ эгрилигини ҳисобланг. Оқим нов охирида пастга тушади.

$$Q = 0,5 \text{ м}^3/\text{сек}, d = 1,3 \text{ м}, n = 0,014, i = 0,0009.$$

Ҳисоблаш: И.И.Агроскин усулидан фойдаланамиз.

$h_{кр}$ катталикини ҳисоблаймиз

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{g d^2}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 0,5^2}{9,81 \cdot 1,3^2}} = 0,255 \text{ м}.$$

Кесн м №	h , м	τ	$r(\tau)$ (XXIV жадвал)	$\theta(\tau)$ (XXIV жадвал)	$z = 3,32r(\tau)$	$\phi(z)$ (XXIII жадвал)	$\Pi'_\kappa = 0,257 \times$ $\times \theta(\tau)$	$(1 - \Pi'_\kappa)_{\text{пр}}$	Δz	$\Delta \phi(z)$	$[9] \times [11]$	$\frac{a}{j}$	$[10] \times [12]$	$l_{1-2} =$ $= [13] \times [14]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2,00	0,425	0,379	0,586	1,262	0,089	0,151	-	-	-	-	-	-	-	$\frac{1}{r(\tau_0)} = 3,32$,
2	1,88	0,40	0,360	0,578	1,200	0,118	0,149	0,850	0,062	-0,029	-0,025	2150	0,087	187	$\frac{0,112j}{n^2} r^{0,4} = 0,257$
3	1,79	0,38	0,344	0,572	1,154	0,150	0,148	0,851	0,046	-0,032	-0,027	2174	0,073	159	
4	1,69	0,36	0,330	0,565	1,101	0,209	0,146	0,853	0,053	-0,059	-0,050	2096	0,103	216	
5	1,55	0,33	0,310	0,552	1,027	0,422	0,143	0,855	0,074	-0,213	-0,182	2102	0,256	538	

6.10-жадвал

Кесн м №	h , м	$\frac{h}{r}$	$r\left(\frac{h}{r}\right)$ (XXV жадвал)	$\theta\left(\frac{h}{r}\right)$	z	Π'_κ	$(1 - \Pi'_\kappa)_{\text{пр}}$	Δh	Δz	$\frac{a}{j}$	$\phi(z)$ (XXIII жадвал)	$\Delta \phi(z)$	$[13] \times [8]$	$[10] - [14]$	$l_{1-2} =$ $= [11] \times [15]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0,515	0,792	1,300	0,510	0,987	0,22					1,430					$\left(\frac{h_n}{r}\right) = 0,81$
2	0,450	0,693	1,180	0,515	0,895	0,22	0,78	-0,065	-0,092	785	1,006	-0,424	-0,330	0,238	187	$r\left(\frac{h_n}{r}\right) = 1,317$,
3	0,370	0,570	1,031	0,513	0,782	0,22	0,78	-0,080	-0,113	788	0,817	-0,189	-0,147	0,034	27	$\frac{0,112j}{n^2} r^{0,4} = 0,43$

Бундан

$$\frac{h_{кр}}{d} = \frac{0,255}{1,3} = 0,1964$$

XXI жадвалдан $h_{кр}/d = 0,291$. Бундан $h_{кр} = 0,291 \cdot 1,3 = 0,37$ м.

Нормал чукурликни аниқлаймиз

$$F(R_{э,э,к}) = 0,159 \frac{Q}{\sqrt{i}} = 0,159 \frac{0,5}{\sqrt{0,0009}} = 2,65 \text{ м}^3/\text{сек},$$

$n = 0,014$ учун $R_{э,э,к} = 0,283$ м. $r/R_{э,э,к} = 0,65/0,283 = 2,30$, бундан $h_0/R_{э,э,к} = 1,862$.

ва нихоят

$$h_0 = 1,862 \cdot 0,283 = 0,526 \text{ м.}$$

$h_{кр} < h_0$ бўлганлиги сабабли, $h_{чер1} = 0,98h_0 = 0,515$ м, $h_{чер2} = h_{кр} = 0,37$ м.

(6.11) ифодадан фойдаланиб, 6.10-жадвал кўринишида ҳисоблашни бажарамиз.

Жавоб: $l = 214$ м.

6.21-машқ.

Куйидаги гидравлик элементлари маълум бўлган трапеция шаклдаги канал охирида оқим пастга оқиб тушади. Шу тушишдан олдин чуқурлик 3,6 м бўлганда сатх эгрилигини ҳисобланг: $Q = 85 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b = 8,0$ м, $n = 0,025$, $i = 0,0008$.

Жавоб: $l = 1500$ м.

6.22-машқ.

Трапеция шаклдаги каналнинг куйидаги гидравлик элементлари берилган бўлса, кўтарилувчи сатх эгрилигини аниқланг: $Q = 10 \text{ м}^3/\text{сек}$, $m = 1,0$, $n = 0,025$, $i = 0,0008$, $b = 8$ м.

Сатх кўтарилувчи.

Жавоб: $l = 1100$ м.

6.23-машқ.

Трапеция шаклдаги каналнинг куйидаги гидравлик элементлари берилган бўлса, пасаювчи сатх эгрилигини аниқланг: $Q = 20 \text{ м}^3/\text{сек}$, $m = 1,0$, $n = 0,014$, $i = 0$, $b = 7$ м. Ҳисоблашни Б.А.Бахметов ва Н.Н.Павловский усулларида олиб боринг.

Ҳисоблаш: $h_{кр}$ катталикни ҳисоблаб, шартни ҳақиқийлигини аниқлаймиз:

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{20}{7} = 2,86 \text{ м}^3/\text{сек}, \quad h_{кр} = 0,97 \text{ м.}$$

$$z_n = \frac{mh_{\kappa,n}}{b} = \frac{1 \cdot 0,97}{7} = 0,139,$$

$$h_{\kappa p} = \left(1 - \frac{z_n}{3} + 0,105 z_n^2\right) h_{\kappa,n} = \left(1 - \frac{0,139}{3} + 0,105 \cdot 0,139^2\right) 0,97 = 0,93 \text{ м.}$$

$h_{\text{чек1}} > h_{\text{чек2}} > h_{\kappa p}$, демак, шарт хакикий.

1) Б.А.Бахметов усули. $i = 0$ бўлганлиги сабабли (6.10) ифодадан фойдаланилиб, ҳисоб бажарилади.

Қуйидаги катталикларни ҳисоблаймиз:

$$i_{\kappa p} = \frac{Q^2}{\omega_{\kappa p}^2 C_{\kappa p}^2 R_{\kappa p}^2} = \frac{20^2}{7,38^2 \cdot 69,35^2 \cdot 0,766^2} = 0,00199$$

$$\text{Бунда } \omega_{\kappa p} = (b + mh_{\kappa p}) h_{\kappa p} = (7 + 1 \cdot 0,93) 0,93 = 7,38 \text{ м}^2,$$

$$\chi_{\kappa p} = b + 2h_{\kappa p} \sqrt{1 + m^2} = 7 + 2 \cdot 0,93 \sqrt{1 + 1^2} = 9,63 \text{ м,}$$

$$R_{\kappa p} = \frac{\omega_{\kappa p}}{\chi_{\kappa p}} = \frac{7,38}{9,63} = 0,766 \text{ м,}$$

$$C_{\kappa p} = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R_{\kappa p} = \frac{1}{0,014} + 1772 \lg 0,766 = 69,35 \text{ м}^{0,5} / \text{сек.}$$

$h_{\text{чек1}} = 1,20 \text{ м}$ ва $h_{\text{чек2}} = 1,05 \text{ м}$ катталиклар оралигини ўртача бўлимга бўламиз.

Ҳисоблаш 6.11-жадвал шаклида олиб борилади.

$\xi = h/h_{\kappa p}$ нисбий чуқурлик катталиги $0 < \xi < 1,3$ оралиқда ётганлиги сабабли, χ гидравлик кўрсаткич катталиги $\varphi(\xi)$ функцияга деярли боғлиқ эмас. Демак, χ катталикни аниқлаш $h_{\text{чек1}} = 1,20 \text{ м}$ ва $h_{\text{чек2}} = 1,05 \text{ м}$ бўйича 6.11-жадвал асосида олиб борилиши мумкин. 6.11-жадвалдан $\chi = 3,24$. Ҳисоблашни соддалаштириш учун $\chi = 3,25$ қабул қиламиз.

Кейинги босқичда ҳисоблаш 6.12-жадвал шаклида олиб борилади.

Жадвалдаги 13-катакчани йиғиндисидан $l = 64,2 \text{ м}$ катталикни аниқлаймиз.

2) Н.Н. Павловский усули $i = 0$ бўлганда $\chi = 2$ учун (6.13) ифодадан фойдаланилиб, ҳисоб бажарилади.

Мусбат нишаблик i' сифатида $i_{\kappa p}$ қабул қилинади. У ҳолда $Q = \omega C \sqrt{R} \sqrt{i_{\kappa p}} = K \sqrt{i_{\kappa p}}$. Бу вазиятда Д шаклда жадвал тузишга талаб йўқ, чунки, 6.1-жадвалда K ва $P'_{\kappa, \text{кр}}$ кийматлари ҳисобланган.

6.11-жадвал

Кесим №	$h, м$	$\omega, м^2$	$Z, м$	$B, м$	$R, м$	$C, м^{0,5}/сек$	$K, м^3/сек$	$K_{сп}, м^3/сек$	$\Pi'_{ксп}$	$(\Pi'_{ксп})_{yp}$	$h_{yp}, м$	x	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1,20	9,84	10,40	9,4	0,946	70,98	680	613	1,02	1,015	1,125	3,24	$K_{сп} = \omega_{сп} C'_{сп} \sqrt{R_{сп}} =$ $= 7,38 \cdot 69,35 \sqrt{0,66} = 448 м^3/сек$ $h_{ис1} = 1,20 м$ ва $h_{ис2} = 1,05 м$
2	1,15	9,37	10,25	9,3	0,914	70,71	634		1,01				
3	1,10	8,91	10,11	9,2	0,882	70,43	588		1,01				
4	1,05	8,45	9,97	9,1	0,848	70,12	546		1,00				

6.12-жадвал

Кеси м №	$h, м$	$\xi = \frac{h}{h_{сп}}$	x	$\varphi(\xi)$	$\varphi(\xi_2) - \varphi(\xi_1)$	$\xi_2 - \xi_1$	$(\Pi'_{ксп})_{yp}$	$(\Pi'_к - 1)_{yp}$	$[7] \times [9]$	$[10] - [6]$	$\frac{h_{сп}}{i_{сп}}$	$l_{1-2} = [10] \times [13]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1,20	1,520	-0,105	0,651	-0,1216	1,015	0,015	-0,0016	0,1200	0,05	0,05	28,7	$Q = 20 м^3/сек, h_{сп} = 0,93$ $м, i_{сп} = 0,00199, f(\xi)$ функция М.Д.Чергоусов «Гидравлика» махсус курс 1962, 617 бетдан топилади.
2	1,15	1,415		0,5294									
3	1,10	1,315		0,4431									
4	1,05	1,240		0,3955									

6.13-жадвал

Кеси м №	$h, \text{м}$	$z = \frac{Q'}{Q}$	$\Delta z = z_2 - z_1$	$f(z)$	$\Delta f(z)$	$\Pi'_{к,yp}$	$(\Pi'_к - 1)_{yp}$	$[4] \times [8]$	$[9] - [6]$	$\Delta h = \frac{h_2 - h_1}{h_2 - h_1}$	$\alpha = \frac{\Delta h}{\Delta z}$	$\frac{\alpha}{i_{сп}}$	$l_{1-2} = [10] \times [13]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	1,20	1,520		0,651										$Q = 20 \text{ м}^3/\text{сек},$ $h_{сп} = 0,93 \text{ м},$ $i_{сп} = 0,00199,$ $f(z)$ функция XXII жадвалдан топилади.
2	1,15	1,415	-0,105	0,5294	-0,1216	1,015	0,015	-0,0016	0,1200	0,05	0,477	240	28,7	
3	1,10	1,315	-0,100	0,4431	-0,0863	1,010	0,010	-0,0010	0,0853	0,05	0,500	251	21,4	
4	1,05	1,240	-0,075	0,3955	-0,0476	1,005	0,005	-0,0004	0,0472	0,05	0,666	335	15,8	

6.13-жадвални тузиш учун Q' катталик қийматларини билишимиз керак.

Чуқурликнинг 1,20; 1,15; 1,10; 1,05 м тахминий қийматлари учун Q' катталик аниқланади.

$$a) h=1,20 \text{ м}, Q = K\sqrt{i_{кр}} = 680\sqrt{0,00199} = 30,4 \text{ м}^3/\text{сек};$$

$$b) h=1,15 \text{ м}, Q = K\sqrt{i_{кр}} = 634\sqrt{0,00199} = 28,3 \text{ м}^3/\text{сек};$$

$$c) h=1,10 \text{ м}, Q = K\sqrt{i_{кр}} = 588\sqrt{0,00199} = 26,3 \text{ м}^3/\text{сек};$$

$$d) h=1,05 \text{ м}, Q = K\sqrt{i_{кр}} = 546\sqrt{0,00199} = 24,8 \text{ м}^3/\text{сек};$$

Бу жараёнда K нинг қийматлари 6.11-жадвалдан аниқланади.

6.13-жадвал тузилади (3 шаклда.)

6.13-жадвал 14-катакчасидаги олинган натижалар йиғиндиси пасаювчи сатҳ эгрилиги $\sum l = 65,9 \text{ м}$ қийматини беради.

6.24-машқ

Трапеция шаклдаги каналнинг куйидаги гидравлик элементлари берилган бўлса, пасаювчи сатҳ эгрилигини аниқланг: $Q = 24 \text{ м}^3/\text{сек}$, $m=1,0$, $n=0,014$, $i=-0,0004$, $b=8 \text{ м}$, $h_{чез1}=1,5 \text{ м}$, $h_{чез2}=1,0 \text{ м}$.

Ҳисоблаш: И.И.Агроскин усулида сатҳ эгрилигини ҳисоблаймиз.

Масаланинг тўғри қўйилганлигини аниқлаймиз: $h_{к.н}=1,003 \text{ м}$, $z_n=0,125$, $h_{кр}=0,96 \text{ м}$, демак, масала тўғри қўйилган.

$|i|=0,0004$ учун нормал чуқурликни аниқлаймиз:

$$h'_0 = 1,58 \text{ м}.$$

Бундан

$$\sigma'_0 = 0,302, F(\sigma'_0) = 1,44, [h'_0 F(\sigma'_0)]^{-1} = 0,44, \frac{0,112i}{n^2} b^{0,4} = 0,525$$

Кейинги ҳисоблашлар 6.14-жадвал шаклида олиб борилади.

6.25-машқ

Трапеция шаклдаги каналнинг куйидаги гидравлик элементлари берилган бўлса, кўтарилувчи сатҳ эгрилигини аниқланг: $Q = 22 \text{ м}^3/\text{сек}$, $m=1,25$, $n=0,020$, $i=0,001$, $b=10 \text{ м}$, $h_{чез1}=1,25 \text{ м}$, $h_{чез2}=1,30 \text{ м}$.

Ҳисоблашни йиғинди усулида олиб боринг.

Ҳисоблаш: Чегаравий чуқурликлар орасидаги соҳа 6 кесим ва 5 ҳисоблаш бўлимларига бўлинади. Кейинги босқичда М шаклда 6.15-жадвал тузилади ва ҳисоблаш бажарилади.

Кўтарилувчи сатҳнинг умумий узунлиги $\sum l = 318 \text{ м}$.

6.26-машқ.

Трапедия шаклдаги каналнинг куйидаги гидравлик элементлари берилган бўлса, кўтариловчи сатҳ эгрилигини аниқланг: $Q=60 \text{ м}^3/\text{сек}$, $m=1,5$, $n=0,025$, $i=0,0001$, $b=15 \text{ м}$, $h_{\text{чез}1}=3,74 \text{ м}$, $h_{\text{чез}2}=8,0 \text{ м}$.

Сатҳ эгрилиги Б.А.Бахметов ва Н.Н.Павловский усуларида ҳисоблансин.

Жавоб: Б.А.Бахметов усулида $l \approx 79000 \text{ м}$, Н.Н.Павловский усулида $l \approx 68000 \text{ м}$.

6.27-машқ.

Трапедия шаклдаги бетонланган каналнинг куйидаги гидравлик элементлари берилган бўлса, пасаювчи сатҳ эгрилигини аниқланг: $Q=30 \text{ м}^3/\text{сек}$, $m=1,0$, $n=0,025$, $i=0,0009$, $b=5,0 \text{ м}$.

Канал охирида оқим пастга тушади. Сатҳ эгрилиги Б.А.Бахметов ва Н.Н.Павловский усуларида ҳисоблансин.

Жавоб: Б.А.Бахметов усулида $l \approx 1400 \text{ м}$, Н.Н.Павловский усулида $l \approx 1500 \text{ м}$.

6.28-машқ.

Трапедия шаклдаги каналнинг куйидаги гидравлик элементлари берилган бўлса, кўтариловчи сатҳ эгрилигини аниқланг: $Q=10 \text{ м}^3/\text{сек}$, $m=2,0$, $n=0,0225$, $i=0,00044$, $b=10 \text{ м}$, $h_{\text{чез}1}=1,05 \text{ м}$, $h_{\text{чез}2}=1,53 \text{ м}$.

Сатҳ эгрилиги узунлигини Б.А.Бахметов ва Н.Н.Павловский усуларида ҳисобланг.

Жавоб: Б.А.Бахметов усулида $l=2500 \text{ м}$, Н.Н.Павловский усулида $l=2421 \text{ м}$.

6.29 машқ.

Трапедия шаклдаги каналнинг куйидаги гидравлик элементлари берилган бўлса, пасаювчи сатҳ эгрилигини аниқланг: $Q=10 \text{ м}^3/\text{сек}$, $m=1,5$, $n=0,0275$, $i=0,00036$, $b=7,85 \text{ м}$, $h_{\text{чез}1}=1,69 \text{ м}$, $h_{\text{чез}2}=0,92 \text{ м}$.

Жавоб: $l=2200 \text{ м}$.

6.30-машқ.

Сув оқими ошиб тушаётган тўғоннинг пастки бьефидаги солиштира сарфи $q=8 \text{ м}^3/\text{сек}$. Агар $h_{\text{чез}1}=0,68 \text{ м}$, $h_{\text{чез}2}=0,92 \text{ м}$, $n=0,025$, $i=0$ бўлса, кўтариловчи сатҳ узунлигини ҳисобланг.

Жавоб: $l=37 \text{ м}$.

Кесим №	$h, \text{м}$	$\sigma = \frac{m_0 h}{b + mh}$	$f'(\sigma)$	$h f'(\sigma)$	$z = \frac{h f'(\sigma)}{h_0 f'(\sigma_0)}$	$\Delta z = z_2 - z_1$	$\phi(z)$	$\phi(z) = \phi(z_2) - \phi(z_1)$	$\theta(\sigma)$	$\Pi'_{\kappa, \text{yp}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,5	0,29	1,463	2,200	0,96		0,875		0,415	0,218
2	1,0	0,20	1,708	1,708	0,75	-0,21	0,728	-0,147	0,371	0,19

6.14-жадвалнинг давоми

Кесим №	$\Pi'_{\kappa, \text{yp}} = \frac{\Pi'_{\kappa 1} + \Pi'_{\kappa 2}}{2}$	$(1 - \Pi'_{\kappa})_{\text{yp}}$	$[9] \times [13]$	$[7] - [14]$	$\Delta h = h_2 - h_1$	$a = \frac{\Delta h}{\Delta z}$	$\frac{a}{i}$	$l_{1-2} = [15] \times [18]$	Изох
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 2	0,204	1,204	-0,177	0,033	-0,50	2,38	5960	197	$Q = 24 \text{ м}^3/\text{сек}, h = 8 \text{ м},$ $m = 1,0, m_0 = 1,828, i = 0,0004,$ $F(\sigma'_0) = 1,44, [h'_0 f'(\sigma'_0)]^{-1} = 0,44,$ $\frac{0,1124}{n^{0,4}} h^{0,4} = 0,525.$

6.15-жадвал

Кесим №	$h, \text{м}$	$\eta = \frac{h}{b}$	$\Delta \eta = \eta_2 - \eta_1$	$f_1(\eta)$	$\theta(\eta)$	$f_1(\eta) - f_1(\eta_{\text{yp}})$	$\theta(\eta) - \theta(\eta_0)$	$\varphi(\eta) = \frac{[7]}{[8]}$	$\sum_n \varphi(\eta)$	$l_{1-2}, [м]$	Изох
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,25	0,125	0,001	512,0	1607,6	-1524,4	-130,2	11,72			$h = 10 \text{ м}, m = 1,25, i = 0,001,$
2	1,26	0,126	0,001	500,6	1570,7	-1535,8	-167,1	9,19	20,91	89,5	$Q = 22 \text{ м}^3/\text{сек}, h_0 = 1,22 \text{ м},$
3	1,27	0,127	0,001	489,2	1533,7	-1547,2	-204,1	7,58	16,77	71,5	$h_{\text{yp}} = 0,79 \text{ м}, \eta_0 = 0,122,$
4	1,28	0,128	0,001	477,9	1496,7	-1558,5	-241,1	6,46	14,04	60	$f_1(\eta_{\text{yp}}) = 2036,4, \theta(\eta_0) = 1737,8,$
5	1,29	0,129	0,001	466,5	1459,7	-1569,9	-278,1	5,64	12,10	52	
6	1,30	0,130	0,001	455,2	1422,7	-1581,2	-315,1	5,02	10,66	45	$A' = \frac{b \theta(\eta_0)}{2i f_1(\eta_{\text{yp}})} = 4274$

$$\sum l = 318, \text{м.}$$

6.31-машқ.

6.30-машқ шартлари асосида $i = -0,0009$ бўлган ҳолда окимнинг сатҳ эгрилиги узунлигини ҳисобланг.

Жавоб: $l = 26$ м.

6.32-машқ.

Трапеция шаклдаги каналнинг куйидаги гидравлик элементлари берилган бўлса, кўтарилувчи сатҳ эгрилигини аниқланг: $Q = 600$ м³/сек, $i = 0,0006$, $b = 40$ м, $h_{\text{чег}1} = 1,06$ м, $h_{\text{чег}2} = 3,40$ м.

Йиғинди усулидан фойдаланиб аниқланг.

Жавоб: $l \approx 1300$ м.

6.33-машқ.

Трапеция шаклдаги каналнинг куйидаги гидравлик элементлари берилган бўлса, пасаювчи сатҳ эгрилигини аниқланг: $Q = 25,5$ м³/сек, $m = 1,5$, $i = 0,00022$, $b = 10,5$ м, $h_{\text{чег}1} = 2,19$ м, $h_{\text{чег}2} = 1,01$ м.

Жавоб: $\sum l \approx 7000$ м.

6.34-машқ.

Трапеция шаклдаги каналнинг куйидаги гидравлик элементлари берилган бўлса, пасаювчи сатҳ эгрилигини аниқланг: $Q = 600$ м³/сек, $i = 0,0006$, $b = 40$ м, $h_{\text{чег}1} = 1,06$ м, $h_{\text{чег}2} = 2,72$ м, $h_0 = 3,40$ м.

Жавоб: $\sum l \approx 7000$ м.

6.35-машқ.

Трапеция шаклдаги каналнинг куйидаги гидравлик элементлари берилган бўлса, кўтарилувчи сатҳ эгрилиги узунлигини аниқланг: $Q = 18,75$ м³/сек, $m = 10,0$, $n = 0,0225$, $i = 0,00031$, $h_{\text{чег}1} = 1,76$ м, $h_{\text{чег}2} = 3,06$ м.

Жавоб: $l \approx 7700$ м.

6.36-машқ.

Куйидаги параметрлари берилган магистрал каналда ҳаракатланаётган окимнинг пасаювчи сатҳининг $h_{\text{чег}1} = 0,9h_0$ м, $h_{\text{чег}2} = 0,8h_0$ м, чегаравий чуқурликлари оралиғидаги масофани аниқланг. $Q = 93,75$ м³/сек, $b = 25$ м, $m = 2,5$, $n = 0,0225$, $i = 0,000285$.

Жавоб: $l = 952$ м.

6.37-машқ.

Туби горизонтал бўлган ($i = 0$) трапеция шаклдаги каналга тўсик остидан $Q = 4 \text{ м}^3/\text{сек}$ оқим сарфи чиқмоқда, бунда $b = 4 \text{ м}$, $m = 0,5$. Канал охирида оқим пастга тушади. $h_{\text{чср1}} = 0,20 \text{ м}$, $h_{\text{чср2}} = h_{\text{кр}} = 3,06 \text{ м}$. Оқимнинг тушиш нуқтасидан тўсиккача бўлган масофани ва оқимнинг сатҳ эгрилигини узлуксиз деб ҳисоблаб, И.И.Агроскин усулида аниқланг.

Жавоб: $l = 53,5 \text{ м}$.

6.38-машқ.

Куйидаги гидравлик параметрларга эга бўлган трапеция шаклдаги каналда ҳаракатланаётган оқимнинг кўтарилиувчи сатҳ эгрилигини Бахметов усулида аниқланг. $Q = 6,6 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b = 5,0 \text{ м}$, $m = 1,5$, $i = 0,0006$, $n = 0,025$,

Жавоб: $\sum l \approx 3700 \text{ м}$.

6.39-машқ.

Куйидаги гидравлик параметрларга эга бўлган трапеция шаклдаги каналда ҳаракатланаётган оқимнинг пасаювчи сатҳ эгрилиги Н.Н.Павловский усулида ҳисоблансин: $Q = 25 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b = 10,0 \text{ м}$, $m = 1,5$, $i = 0$, $n = 0,025$, $h_{\text{чср1}} = 2,4 \text{ м}$, $h_{\text{чср2}} = 2,33 \text{ м}$.

Жавоб: $\sum l \approx 480 \text{ м}$.

6.40-машқ.

Тўртбурчак шаклдаги кесимга эга бўлган тезокарнинг тушиш қисмида ҳаракатланаётган оқимнинг сатҳ эгрилигини аниқланг. Тушиш қисми планда ўзгарувган бўлиб, $l = 60 \text{ м}$ узунликка эга, бунда $b_{\text{чср1}} = 10 \text{ м}$, $b_{\text{чср2}} = 2 \text{ м}$, $Q = 10 \text{ м}^3/\text{сек}$, $n = 0,017$, $i = 0,008$.

Ҳисоблаш: Дастлабки кенглик $b = 10 \text{ м}$ ва $Q = 10 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарфга мос келувчи критик чуқурлик аниқланади, $h_{\text{кр}} = 0,48 \text{ м}$.

Кейинги ҳисоблашни (6.23) ифодадан фойдаланилиб, тезокарнинг тушиш қисмини учта бўлимга $\Delta l = 15 \text{ м}$ узунликдан бўламиз.

Биринчи бўлимда $b = 10 \text{ м}$, $b_2 = 8 \text{ м}$, $h_1 = 0,48 \text{ м}$, $h_2 = 0,4 \text{ м}$.

(6.23) ифоданинг ўнг томонини куйидаги кетма-кетликда ҳисоблаймиз:

$$\Delta h - i \Delta l = 0,4 - 0,48 - 0,008 \cdot 15 = -0,20 \text{ м}.$$

$$\omega_1 = b_1 h_1 = 10 \cdot 0,48 = 4,8 \text{ м}^2, \quad \omega_2 = b_2 h_2 = 8 \cdot 0,4 = 3,2 \text{ м}^2,$$

$$\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = 4 \text{ м}^2,$$

$$\chi_1 = b_1 + 2h_1 = 10 + 2 \cdot 0,48 = 10,96 \text{ м}, \quad \chi_2 = b_2 + 2h_2 = 8 + 2 \cdot 0,4 = 8,8 \text{ м}.$$

$$R_1 = \frac{\omega_1}{\chi_1} = \frac{4,8}{10,96} = 0,438 \text{ м}, \quad R_2 = \frac{\omega_2}{\chi_2} = \frac{3,2}{8,8} = 0,364 \text{ м},$$

$$\frac{R_1 + R_2}{2} = 0,401 \text{ м},$$

$$C_1 = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R_1 = 50,6, \quad C_2 = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R_2 = 49,0,$$

$$\frac{C_1 + C_2}{2} = 49,8, \quad (\omega^2 C^2 R)_{\text{yp}} = 15900.$$

Натижавий ҳисоб:

$$0,056 Q^2 \left[\omega_1^{-2} - \omega_2^{-2} - \frac{\Delta l}{0,056 (\omega^2 C^2 R)_{\text{yp}}} \right] = 0,056 \cdot 10^2 \left[0,0435 - 0,0990 - \frac{15}{0,056 \cdot 15900} \right] = -0,4 \text{ м}$$

Ўнг томон чап томонга нисбатан икки марта кичик бўлганлиги сабабли хулоса қилиш мумкинки, h_2 катталиқка анча ноқулай ихтиёрий қиймат берилган.

$h_2 = 0,5$ м ихтиёрий қиймат берамиз. У ҳолда

$$\omega_2 = 4 \text{ м}^2, \quad \omega_{\text{yp}} = 4,4 \text{ м}^2, \quad \chi_2 = 9 \text{ м}, \quad R_2 = 0,445 \text{ м}, \quad R_{\text{yp}} = 0,441 \text{ м}, \quad C_2 = 50,8,$$

$$C_{\text{yp}} = 50,6, \quad (\omega^2 C^2 R)_{\text{yp}} = 21900.$$

Ўнг томон:

$$0,056 \cdot 10^2 \left[0,0435 - 0,0626 - \frac{15}{0,056 \cdot 21900} \right] = -0,17 \text{ м}.$$

Чап томон

$$\Delta h - i \Delta l = 0,50 - 0,48 - 0,008 \cdot 15 = -0,10$$

Ўнг томон чап томонга нисбатан аввалгидек кичик.

$h_2 = 0,53$ м ихтиёрий қиймат берамиз. Ҳисоблаш натижаси: ўнг томон 0,072 м, чап томон 0,07 м.

Демак, $h_2 = 0,53$ м қиймат масала шартини қаноатлантиради ва оқимнинг чуқурлиги узунлик бўйича ошиб боради экан.

6.41-машқ.

Тезоқарнинг ўтиш қисмида ҳаракатланаётган оқимнинг сатҳ эгрилигини аниқланг. $Q=8 \text{ м}^3/\text{сек}$, $h=1,2 \text{ м}$, $m=0$, $n=0,030$, $b_{\text{чез}1}=0,95 \text{ м}$, $b_{\text{чез}2}=2,8 \text{ м}$.

Ҳисоблаш: (6.23) ифодадан фойдаланилиб, ҳисобни бажарамиз

$$\omega_1=1,14 \text{ м}^2, \omega_2=3,36 \text{ м}^2, \omega_{\text{yp}}=2,25 \text{ м}^2, \chi_1=3,35 \text{ м}, \chi_2=5,20 \text{ м},$$

$$R_1=0,34 \text{ м}, R_2=0,65 \text{ м}, R_{\text{yp}}=0,495 \text{ м}, C_1=40 \text{ м}^{0,5}/\text{сек},$$

$$C_2=46 \text{ м}^{0,5}/\text{сек}, C_{\text{yp}}=43 \text{ м}^{0,5}/\text{сек}.$$

(6.23) ифоданинг чап томони нолга тенг бўлганлиги сабабли:

$$L=0,056(\omega^2 C^2 R)_{\text{yp}}(\omega_1^{-2} \omega_2^{-2})=0,056 \cdot 4620(0,77-0,09)=175 \text{ м}.$$

Ҳисоблашни янада аниқлаштириш учун ораликда b кенгликка $0,95 \text{ м}$ ва $2,8 \text{ м}$ оралиғида бир неча қийматлар бериш керак. Ҳисоблаш юқоридаги тартибда олиб борилади.

6.42-машқ.

Тўртбурчак шаклдаги кесимга эга бўлган тезоқарнинг тушиш қисмида ҳаракатланаётган оқимнинг сатҳ эгрилигини аниқланг. $h=1 \text{ м}$, $Q=13,2 \text{ м}^3/\text{сек}$, $n=0,017$, $i=0,05$, $b_{\text{чез}1}=4 \text{ м}$. Тезоқарнинг тушиш қисми узунлиги $L=40 \text{ м}$.

6.43-машқ.

Тўғри бурчакли ўзанининг куйидаги параметрлари берилган бўлса, унинг чуқурлигини топинг: $\Delta l=20 \text{ м}$, $Q=10 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b_1=5 \text{ м}$, $h_1=1 \text{ м}$, $n=0,020$, $i=0,001$, $b_2=7 \text{ м}$.

Жавоб: $h_2=1,2 \text{ м}$.

6.44-машқ.

Трапеция шаклдаги канал билан туташувчи тескари нишабликка эга бўлган узунлик бўйича кенгаювчи ўзанининг узунлигини аниқланг: $b_1=3,1 \text{ м}$, $b_2=8 \text{ м}$, $Q=15 \text{ м}^3/\text{сек}$, $i=-0,1$, $n=0,020$, $m=0,5$, $h_1=h_2=51,2 \text{ м}$.

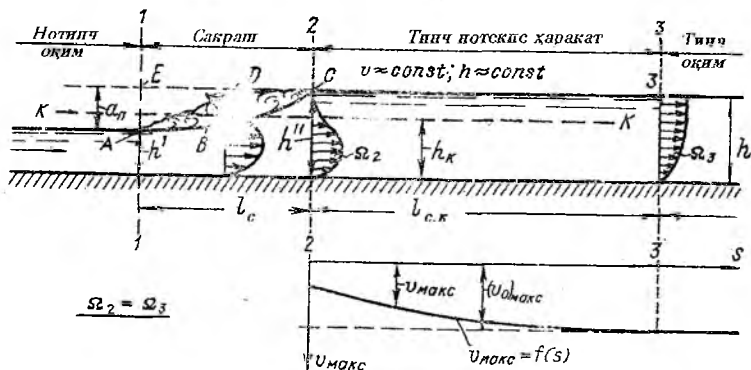
Жавоб: $l=5 \text{ м}$.

VII боб. ГИДРАВЛИК САКРАШ

Сув окимининг очик ўзанлардаги барқарор ҳаракатини ўрганишимизда, асосан, оким ҳаракати турбулент тартибли бўлиб, квадрат қаршилик соҳасида бўлганлиги сабабли, ҳаракатнинг шу кўриниши билан танишамиз. Умуман окимнинг бу ҳаракатига гидротехника амалиётида кўн учрашимизни таъкидлаш мақсадга мувофиқдир. Суюқлик окимининг ўртача тезлиги (V) кескин ошиши ва шунга мос равишда чуқурлик (h) ни кескин камайиши гидротехник иншоотлар (масалан тўғондан сувнинг ошиб тушиши)да кўп қўзатилади. Бунинг натижасида окимнинг кинетик энергияси кескин ошиб, потенциал энергия мос равишда кескин камайиб, оким нотинч ҳолатда ҳаракатлана бошлайди. Бу ҳаракатда $h' < h_{кр}$ шарт бажарила бошлайди.

Маълум бир масофадан кейин окимнинг кинетик энергияси энг катта кийматга, потенциал энергияси эса энг кичик кийматга эга бўлади. Шу вазиятда, оким ўз ҳаракат йўналишини юқорига қараб ўзгартириб, бу соҳада оким ўртача тезлиги кескин камайиши ва чуқурлиқнинг кескин ошиши, оким кинетик энергиясини кескин камайиб, потенциал энергиясини энг катта кийматга эга бўлишига олиб келади. Оралик соҳада окимнинг айланма ҳаракати вужудга келади. Окимнинг $h'' > h_{кр}$ шартни қаноатлантирувчи тинч ҳаракати бошланади. Бу оралик соҳада қандай ҳодиса рўй беради?

Бунда айнан юқорида физик моҳияти таърифланган гидравлик сакраш ҳодисаси амалга ошади. Сув окимининг нотинч ҳолатдан тинч ҳолатга ўтиши гидравлик ҳодиса орқали амалга ошади. Шунга асосланиб, унга қуйидагича таъриф бериш мумкин: *сув окимининг критик чуқурликдан кичик бўлган h' чуқурлигини ундан катта бўлган h'' чуқурликка кескин ўтиши ҳодисаси гидравлик сакраш дейилади.*



7.1-расм. Гидравлик сакраш ва ундан кейинги участка. Бу участкада окимнинг мумкин бўлган энг юқори – максимал тезлиги графиги

Гидравлик сакраш кўринишлари:

1. Мураккаб сакраш. Бир хил, ўзгармас кесимларда ва оддий ғадир-будирлик кияликларда ҳосил бўлади;
2. Тўлкинли сакраш. Мураккаб сакрашдаги ҳолатда пайдо бўлади, окимнинг айланма ҳаракати йўқлиги билан ажралиб туради.
3. Қадалган сакраш. Девор олдида ёки тўбнинг поғонасида пайдо бўлади. Кўпинча сув урилма ҳовузчаларда ёки сув урилма девор олдида ҳосил бўлади.
4. Кўмилган сакраш. Окимнинг тўсиқ остидан чиқишида қурилган сакраш шаклида қузатилади.
5. Сатҳдаги сакраш. Окимнинг тўғондан пастга тушишида қузатилади. Бу қисмда биз фақат икки хил сакраш ҳақида сўз олиб борамиз.

Мураккаб гидравлик сакрашнинг умумий схемаси 7.2-расмда келтирилган.

Сакрашдан олдинги h' ва сакрашдан кейин h'' чуқурликлар ўзаро боғлиқ туташ чуқурликлар дейилади. Улар орасидаги $h'' - h' = a$ айирма (фарқ) сакраш баландлиги деб аталади ва узунлиги сакраш узунлиги дейилади.

Туташ чуқурликлар орасидаги боғлиқликлар призматик ўзанлар учун, қуйидаги формула орқали аникланади:

$$\Pi(h') = \Pi(h'') \quad (7.1)$$

$$\Pi(h) = \frac{Q^3}{g\omega} + \omega h_{o,m} \quad (7.2)$$

бунда $\Pi(h)$ – сакраш функцияси;

Q – сарф;

ω – тегишли чуқурликдаги окимнинг ҳаракатдаги кесими юзаси;

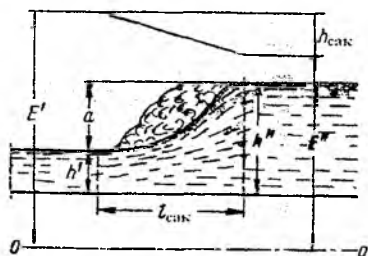
$h_{o,m}$ – ҳаракатдаги кесим огирлик марказининг жойлашиш вазияти.

Демак, туташ чуқурликлар учун сакраш функциялари ҳамиша бир-бирига тенг.

Тўғри шаклдаги призматик ўзанлар учун (7.1) ва (7.2) ифодаларни соддалаштириш мумкин:

Тўғри бурчакли ўзанлар

$$h'' = \frac{h'}{2} \left[\sqrt{1 + 8\Pi_{s1}} - 1 \right] \quad (7.3)$$



7. 2-расм.

$$h' = \frac{h''}{2} \left[\sqrt{1 + 8\Pi_{\kappa 2}} - 1 \right] \quad (7.4)$$

бунда $\Pi_{\kappa 1} = \frac{Q^2}{gb^2(h')^3}$ – оқимнинг сакрашгача жойлашган кесими кинетиклик параметри;

$\Pi_{\kappa 2} = \frac{Q^2}{gb^2(h'')^3}$ – оқимнинг сакрашдан кейинги кинетиклик параметри.

Нисбий туташ чуқурликлар учун $\eta' + \frac{h'}{h_{\kappa p}}$ ва $\eta'' + \frac{h''}{h_{\kappa p}}$

Уларнинг боғлиқлик жадваллари мавжуд (иловадаги XXVI жадвалга қаранг).

Парабола шаклдаги ўзанлар:

$$(h')^{2,5} \left[\left(\frac{\sqrt[4]{c}}{h'} \right)^4 + 1 \right] = (h'')^{2,5} \left[\left(\frac{\sqrt[4]{c}}{h''} \right)^4 + 1 \right] \quad (7.5)$$

бунда

$$c = \frac{45Q^2}{64gp}$$

Нисбий туташ $\theta' = \frac{h'}{\sqrt[3]{c}}$ ва $\theta'' = \frac{h''}{\sqrt[3]{c}}$ чуқурликларни аниқлаш учун

XXVII жадвал тузилган. Бу жадвалдан берилган нисбий туташ чуқурликка қараб, номаълум нисбий туташ чуқурлик топилади.

Парабола шаклдаги ўзанлардаги туташ чуқурликлар ҳисобини (2% аниқликкача) В. М. Алишев усулига кўра бажарилади:

$$0,15 \leq z_2 \leq 0,672 \left(0,075 \leq \frac{h'}{h''} \leq 0,50 \right)$$

Шарт бажарилганда:

$$h' = h''(0,815z_2 - 0,047) \quad (7.6)$$

Куйидаги шарт бажарилганда:

$$2,7 \leq z_1 \leq 26,7 \left(0,075 \leq \frac{h'}{h''} \leq 0,50 \right)$$

бунда

$$z_1 = \frac{0,836Q\sqrt{\alpha'}}{\sqrt{gp(h')^2}} \quad (7.7)$$

$$z_2 = \frac{0,836Q\sqrt{\alpha'}}{\sqrt{gp(h'')^2}} \quad (7.7')$$

$$h'' = h' \left(\frac{1,63z_1}{1 + \sqrt{1 + 0,1532z_1}} \right)$$

бунда α' – ҳаракат миқдори коэффиценти.

Трапеция шаклдаги ўзанлар. (7.2) ифода В. М. Алишев томонидан график усулда ўлчамсиз тизимлар $z_{кл} = mh_{кл} = mh_{кл}/b$ ва нисбий туташ

$$h'/h_{кл}, h''/h_{кл}, \text{ бунда } h_{кл} = \sqrt[3]{\frac{\alpha' Q^2}{gb^2}} = \sqrt[3]{\frac{\alpha' q^2}{g}}.$$

Туташ чуқурликлар 1-графикка асосан (иловага қаранг) ҳисобланади, бунда белгисиз туташ чуқурлик белгили чуқурлик ва ўлчамсиз тизим $z_{кл}$ ларнинг функцияси деб топилади.

Айлана шаклдаги (сегмент) ўзанлар. Белгили $A = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{Q^2}{gr^2}}$ қиймати

ва $\frac{h'}{r}$ ёки $\frac{h''}{r}$ нисбатларининг биттасига нисбатан, 2-график орқали $\frac{h''}{r}$ ёки $\frac{h'}{r}$ қийматлари топилади.

Гидравлик сакраш нихоятда қисқа масофада амалга ошганлиги сабабли, ўзан нишаблиги кўп ҳолатларда горизонтал ҳолатда деб қаралади ($i = 0$), шу ҳолат учун сакраш узунлиги қуйидагича аниқланиши мумкин:

Сакраш узунлиги Ф. И. Пикалов формуласига асосан топилади:

$$l_{сак} = 4h' \sqrt{1 + 2\Pi_{кл}} \quad (7.8)$$

ёки О. М. Айвазян формуласи орқали аниқланади:

$$l_{сак} = \left(3 + \frac{19}{\sqrt{\Pi_{кл}}} - \frac{30}{\Pi_{кл}} \right) (h'' - h') \quad (7.9)$$

а) Павловский формуласи (1937 йил):

$$l_{сак} = 2,5(1,9h'' - h') \quad (7.9-1)$$

б) Сафранец формуласи (1927-1930 йиллар):

$$l_{сак} = 4,5h'' \quad (7.9-2)$$

в) Бахметов ва Матцке формуласи (1936 йил):

$$l_{сак} = 5a_{чет} = 5(h'' - h') \quad (7.9-3)$$

* Ўзанинг шакли ҳар хил бўлганда (тўғрибурчакли эмас) $\Pi_{к} = \frac{Q^2 b}{g a^3}$ қийматига эга бўлади, бунда B – ўзанинг юза бўйича кенглиги.

г) АҚШ Мелиорация Бюроси таклиф этган формула:

$$I_{\text{сак}} = m_0 (h'' - h') \quad (7.9-4)$$

бунда $m_0 = 5 \div 6$

д) Н. Н. Чергоусов формуласи:

$$I_{\text{сак}} = 10,3h'(\sqrt{\Pi_{\kappa}} - 1)^{0,81} \quad (7.9-5)$$

Агар $i > 0$ бўлса, сакраш узунлиги Г. Н. Косякова формуласига асосан аниқланиши мумкин:

$$I_{\text{сак}} = I'_c (1 + 3i) \quad (7.9-6)$$

Сакрашда солиштирма энергия йўқолиши (текис масала) куйидагича топилади:

$$h_{\text{сак}} = \frac{(h'' - h')^3}{4h''h'} \quad (7.10)$$

Нотинч ҳаракатланаётган оқимнинг кинетиклик даражасининг солиштирма кам қийматларида мураккаб гидравлик сакраш тўлқинли сакраш кўринишда амалга оширилади. Тажриба натижаларига асосан мураккаб гидравлик сакраш $\Pi_{\kappa 1} \geq 3$ (ёки $\Pi_{\kappa 2} \leq 0,375$) шартларида кузатилади. Агар $\Pi_{\kappa 1} \geq 3$ бўлганда тўғри бурчакли ўзанлар учун $h'' = 0,5h''$ шарт бажарилади.

Тўлқинли сакраш кам ўрганилган. Биринчи даражали яқинлаштиришда $1,5 < \Pi_{\kappa 1} < 3$ ҳолати учун:

$$h'' = 0,58h'(\sqrt{1 + 8\Pi_{\kappa 1}} - 1) \quad (7.11)$$

$1,5 < \Pi_{\kappa 1} \leq 3$ ҳолат учун

$$h'' = \Pi_{\kappa 1} h' \quad (7.11')$$

ва

$$I_n = 10,6h'(\Pi_{\kappa 1} - 1) \quad (7.12)$$

Призматик бўлмаган ўзанлардаги гидравлик сакраш. Тўғри бурчакли призматик бўлмаган ўзанларда биринчи яқинлаштирув учун, туташ чуқурликлар орасидаги боғлиқликни куйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин:

$$\frac{6Q^2}{gb_2h''} + (h'')^2(b_2 + 2b_1) - h''h'(b_2 - b_1) = \frac{6Q^2}{gb_1h'} + (h')^2(b_1 + 2b_2)$$

Бундан ташқари, АҚШнинг Мелиорация Бюроси гидравлик сакрашнинг турли кўринишларини куйидагича таҳлил қилган:

а) $\Pi_{\kappa} = Fr = 1$ бўлганда оқим критик ҳолатда бўлиб, гидравлик сакраш шаклланмайди, бунда Fr – фруд сони:

$$Fr = \frac{v^2}{gl_c^3} = \frac{Q^2}{\omega^2 gl_c^5} \quad (7.13)$$

б) $\sqrt{Fr} = 1 \div 1,7$ бўлганда тўлқинсимон сакраш амалга ошади:

в) $\sqrt{Fr} = 1,7 \div 2,5$ бўлганда эса сусть гидравлик сакраш амалга ошади. Гидравлик сакраш рўй бераётганда сохада эркин сиртда кичик-кичик айланма ҳаракатдаги кўринишлар пайдо бўлиши мумкин;

г) $\sqrt{Fr} = 2,5 \div 4,5$ қийматларда тебранувчи гидравлик сакраш рўй беради. Оким бўйича маълум масофадан сўнг тўлқин пайдо бўлади. Бунда гидравлик сакраш доимий эмас;

д) $\sqrt{Fr} = 4,5 \div 9,0$ — доимий гидравлик сакраш. Оғирлиги ўзгариб турувчи айланма ҳаракатдаги суюқлик массаси бўлиб, энергия йўқолиши $45 \div 70\%$ ни ташкил этади;

е) $\sqrt{Fr} = 9,0$ — тўлиқ амалга ошаётган гидравлик сакраш. Бунда гидравлик сакрашнинг ҳамма элементлари аниқ ифодаланиб, энергия йўқолиши 85% ни ташкил қилади.

7.1-машқ.

$Q = 16 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b = 7 \text{ м}$, $m = 1,5$ ҳолатида трапеция шаклдаги ўзанда сакраш ҳосил бўлади. Агар $h' = 0,50 \text{ м}$ бўлганда, h'' туташ чуқурлик қийматини аниқланг.

Ҳисоблаш:

Иловада келтирилган 1-ёрдамчи графикдан фойдаланиб h'' топамиз. Бунинг учун $h_{к.н}$ ни топамиз:

$$h_{к.н} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gb^2}} = 0,811; \quad \frac{h'}{h_{к.н}} = \frac{0,50}{0,811} = 0,616;$$

$z_{к.н}$ параметрини ҳисоблаймиз:

$$z_{к.н} = \frac{mh_{к.н}}{b} = \frac{1,5 \cdot 0,811}{7} = 0,174$$

ва 1-графикка асосан $h''/h_{к.н} = 1,38$ ни топамиз. Бундан

$$h'' = (h''/h_{к.н})h_{к.н} = 1,38 \cdot 0,811 = 1,12 \text{ м}$$

$h''/h' = 1,12/0,5 = 2,24$ иккидан катта бўлгани учун гидравлик сакраш мураккаб сакраш эканлиги ва ечим тўғри бажарилганлиги маълум бўлади.

7.2-машқ.

Агар олдинги машқдаги $h'' = 2,1$ га тенг бўлса биринчи туташ чуқурлик h қандай ўзгаради?

Жавоб: $h' = 0,19 \text{ м}$.

7.3-машқ.

Агар ўзан тўғри бурчакли ўзанда $Q = 36 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b = 10 \text{ м}$ ва биринчи туташ чуқурлик $h' = 0,7 \text{ м}$ бўлса, иккинчи туташ чуқурлик h'' ни топинг.

Жавоб: $h'' = 1,71 \text{ м}$.

7.4-машқ.

Олдинги машқ шартлари сакланган ҳолда, сакраш узунлигини ва солиштирма энергия йўқолишини аниқланг.

Ҳисоблаш:

$\Pi_{\kappa 1}$ ни аниқлаймиз.

$$\Pi_{\kappa 1} = \frac{Q^2}{gb^2(h')^3} = \frac{36^2}{9,8 \cdot 10^2 \cdot 0,7^3} = 3,83$$

ва l_n ни аниқлаймиз.

$$l_n = \left(3 + \frac{19}{\sqrt{\Pi_{\kappa 1}}} - \frac{30}{\Pi_{\kappa 1}} \right) (h'' - h') = (3 + 9,7 - 7,8)(1,71 - 0,7) \approx 5 \text{ м};$$

$$h_{\text{сак}} = \frac{(h'' - h')^3}{4h''h'} = \frac{(1,71 - 0,7)^3}{4 \cdot 1,71 \cdot 0,7} = 0,21 \text{ м}.$$

7.5-машқ.

Сакраш функцияси $\Pi(h)$ чизиғини трапеция шаклдаги канал учун лизинг ва иккинчи туташ чуқурлик h'' ни аниқланг. $Q = 16 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b = 7 \text{ м}$, $m = 1,5$, $h' = 0,2 \text{ м}$ берилган. Сакраш функцияси графигини (7.2) ифодага асосан қурамиз:

Трапециянинг юзаси $\omega = (b + mh)h$; Унинг оғирлик маркази

$$h_{\text{о.м}} = \frac{h(3b + 2mh)}{6(b + mh)}$$

h га ҳар хил қийматлар бериб, $h_{\text{о.м}}$, ω ва $\Pi(h)$ қийматларини кетма-кет аниқлаймиз.

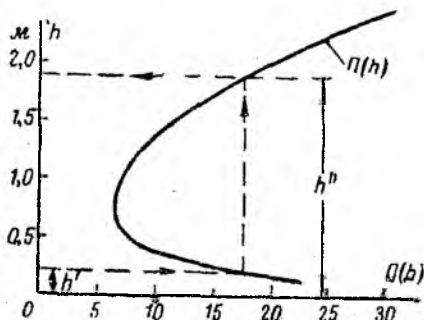
Масалан, $h = 2,0 \text{ м}$ га тенг бўлсин, унда

$$h_{\text{о.м}} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 7 + 2 \cdot 1,5 \cdot 2}{6 \cdot 7 + 1,5 \cdot 2} = 0,9 \text{ м}; \quad \omega = (7 + 1,5 \cdot 2) \cdot 2 = 20 \text{ м}^2$$

ва

$$\Pi(h) = \frac{16^2}{9 \cdot 81 \cdot 20} + 0,90 \cdot 20 = 19,31.$$

Йўқоридаги каби h нинг бошқа қийматлари учун мос ҳисоблар бажарилади.



7.3-расм.

Натижалар 7.1-жадвалга ёзилади. 7.3-расмда $\Pi(h)$ чизиғи 7.1-жадвал натижаларига асосан чизилган. Сакраш функцияси графигидан h'' қийматини аниқлаймиз — $h = 1,88$ м.

7.1-жадвал

$h,$	$\omega, \text{ м}^2$	$h_{o..m}, \text{ м}$	$h_{o..m} \cdot \omega$	$\frac{Q^2}{g\omega}$	$\Pi(h)$
0, 2	1, 46	0, 098	0, 144	17, 87	18, 01
0, 5	3, 87	0, 242	0, 94	6, 75	7, 68
0, 75	5, 44	0, 357	1, 94	4, 70	6, 64
1, 0	8, 50	0, 470	4, 00	3, 07	7, 07
1, 5	13, 87	0, 690	9, 56	1, 881	11, 45
2, 0	20, 0	0, 900	18, 0	1, 305	19, 31
2, 5	26, 9	1, 105	29, 8	1, 000	30, 70

7.6-машқ.

Парабола шаклидаги ўзанининг $p = 2$ м, $h' = 0,5$ м ва окимнинг $Q = 4$ м³/сек параметрлари берилган бўлса, иккинчи туташ h'' чуқурликни аниқланг.

Жавоб: $h'' = 1,12$ м.

7.7-машқ.

Парабола шаклидаги ўзанда иккинчи туташ чуқурлик $h'' = 2,2$ м га тенг гидравлик сакраш мавжуд. Агар $Q = 6,2$ м³/сек, $p = 2,6$ бўлса, шу

сакрашнинг биринчи туташ чуқурлиги h' ни ва сакраш узунлиги l_n ни аниқланг.

Ҳисоблаш: «с» нинг қийматини ҳисоблаймиз:

$$c = \frac{45Q^2}{64gp} = \frac{45 \cdot 6,2^2}{64 \cdot 9,8 \cdot 2,6} = 1,060$$

ва

$$\theta'' = \frac{h''}{\sqrt[4]{c}} = \frac{2,2}{\sqrt[4]{1,06}} = 2,17$$

топамиз.

Иловадаги XXVII жадвалга асосан θ'' қиймати бўйича θ' қийматини топамиз $\theta' = 0,275$ унда

$$h' = \theta' \sqrt[4]{c} = 0,275 \sqrt[4]{1,06} = 0,279 \text{ м.}$$

Энди h' қийматини (7.6) ифодага асосан топамиз:

$$h' = h''(0,815z_2 - 0,047) = 2,2(0,815 \cdot 0,212 - 0,047) = 0,277 \text{ м,}$$

бунда

$$\alpha' = 1 \text{ бўлганда } z_2 = \frac{0,836Q\sqrt{\alpha'}}{\sqrt{gp(h'')^2}} = \frac{0,836 \cdot 6,2 \cdot \sqrt{1}}{\sqrt{9,81 \cdot 2,6 \cdot 2,2^2}} = 0,212$$

яъни h' қиймати (7.6) ифодага асосан 1% дан кам бўлган хатолик даражаси билан аниқланган.

Қуйида $\Pi_{\kappa 1}$ қийматини аниқлаймиз, бунинг учун B' ва ω' қийматларини топамиз:

$$B' = 2\sqrt{2p}\sqrt{h'} = 2\sqrt{2 \cdot 2,6} \cdot \sqrt{0,277} = 2,42 \text{ м}$$

ва

$$\omega' = \frac{2}{3} B' h' = \frac{2}{3} \cdot 2,42 \cdot 0,277 = 0,451 \text{ м}^2$$

бундан

$$\Pi_{\kappa 1} = \frac{Q^2 B'}{g(\omega')^3} = \frac{6,2^2 \cdot 2,42}{9,8 \cdot 0,451^3} = 103$$

(7.9) ифодага асосан сакраш узунлиги

$$l_n = \left(3 + \frac{19}{10,1} - \frac{30}{103} \right) (2,2 - 0,277) = 9,3 \text{ м.}$$

7.8-машқ

Агар айлана шаклдаги (сегментли) ўзанда сакрашнинг биринчи туташ чуқурлиги $h' = 0,4$ м, сарфи $Q = 5$ м³/сек ва $r = 2$ м бўлса, гидравлик сакрашнинг иккинчи туташ чуқурлиги h'' ни топинг.

Ҳисоблаш: Ўлчамсиз A қийматини аниқлаймиз:

$$A = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{Q^2}{gr^2}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{5^2}{9,81 \cdot 2^2}} = 0,43$$

$\frac{h'}{r} = \frac{0,4}{2} = 0,2$ ва иловадаги 2-графикка асосан $\frac{h''}{r}$ нисбати қийматини чизиқнинг 0,43 бўлган қия параметри учун топамиз. Унга асосан $h''/r = 0,84$, бундан $h'' = 0,84 \cdot 2 = 1,68$ м.

7.9-машқ.

Агар $h'' = 1,7$ м, $r = 3,0$ м, $Q = 12,3$ м³/сек бўлса, биринчи туташ чуқурлик h' ни топинг. Ўзан айланма (сегмент) шаклида.

Жавоб: $h' = 0,87$ м.

7.10-машқ.

Параметрлари $b = 3$ м, $Q = 5,25$ м³/сек, $h' = 0,55$ м бўлган тўғри бурчакли ўзандаги гидравлик сакраш баландлигини топинг.

Ҳисоблаш: $\Pi_{\kappa 1}$ ни топамиз:

$$\Pi_{\kappa 1} = \frac{Q^3}{gb^2(h')^3} = 1,85$$

$\Pi_{\kappa 1}$ қиймати $\Pi_{\kappa 1} < 3$ бўлгани учун ўзанда тўлкинли сакраш ҳосил бўлган. h'' қиймати (7.11) ифодага асосан аниқланади. Сабаби $\Pi_{\kappa 1} > 1,5$ шунинг учун $h'' = 0,58 \cdot 0,55 (\sqrt{1 + 8 \cdot 1,85} - 1) = 0,95$ м, бундан гидравлик сакраш баландлиги:

$$a = h'' - h' = 0,95 - 0,55 = 0,40 \text{ м}$$

7.11-машқ.

Трапеция шаклдаги ўзандаги сакрашнинг биринчи туташини чуқурлиги $h' = 1,5$ м ва ўзан параметрлари $Q = 22$ м³/сек, $m = 1$, $b = 5$ м бўлса, h'' қийматини аниқланг.

Жавоб: $h'' = 3,4$ м.

7.12-машқ.

Тўғри бурчакли ўзанда $Q = 27$ м³/сек, $b = 10,8$ м бўлса, h' қийматини ҳисобланг.

Жавоб: $h' = 0,26$ м.

7.13-машқ.

Агар $h' = 0,6$ м ва $q = \frac{Q}{b} = 3,45$ м³/сек бўлган тўғри бурчакли ўзанда

ҳаракатланаётган окимнинг гидравлик сакраш рўй берган ҳолат учун иккинчи туташ чуқурлиги h'' ни ҳисобланг.

Жавоб: $h'' = 1,83$ м.

7.14-машқ.

Тўғри бурчакли ўзанда $Q = 40$ м³/сек, $b = 8$ м, $h' = 0,5$ м бўлса, h'' ни ва сакрашдаги энергия йўқолишини аниқланг.

Жавоб: $h'' = 3,11$ м, $h_{np} = 2,86$ м.

7.15-машқ.

Трапециодиял ўзанда $Q = 54,3$ м³/сек ва $m = 1,0$ $h' = 0,8$ м бўлса h'' ни ва сакрашдаги энергия йўқолишини ҳисобланг.

Жавоб: $h'' = 3,13$ м, $h_{np} \approx 1,11$ м.

7.16-машқ.

Агар $h' = 0,6$ м ва $q = \frac{Q}{b} = 4$ м²/сек бўлса, тўғри бурчакли ўзанда ҳаракатланаётган оким учун h'' ни топинг.

Жавоб: $h'' = 2,05$ м.

7.17-машқ.

$b_1 = 3$ м, $h' = 0,4$ м, $Q = 7,25$ м³/сек параметрлар маълум бўлса, тўғри бурчакли кенгайиб боровчи ўзан учун сакрашнинг иккинчи туташ чуқурлиги h'' ни аниқланг. Ўзанинг кенгайиш бурчаги $\theta = 5^\circ$.

Ҳисоблаш:

Биринчи кесимдаги кинетиклик коэффициентини топамиз:

$$\Pi_{к1} = \frac{Q^2}{gb^2(h')^3} = \frac{7,25^2}{9,8 \cdot 3^2 \cdot 0,4^3} = 9,28$$

(7.8) ифодага асосан гидравлик сакрашнинг узунлигини топамиз:

$$l_{сак} = 4h'\sqrt{1 + 2\Pi_{к1}} = 4 \cdot 0,4\sqrt{1 + 2 \cdot 9,28} = 7,1 \text{ м.}$$

Сакраш узунлиги аниқлангандан кейин охириги кесимдаги ўзанинг эини ҳисоблаймиз:

$$b_2 = b_1 + 2l_n \operatorname{tg} \theta = 3 + 2 \cdot 7,1 \cdot \operatorname{tg} 5^\circ = 4,25 \text{ м.}$$

(7.13) ифодага асосан танлаш усули билан, $h'' = 1,53$ м эканлигини аниқлаймиз.

7.18-машқ.

Агар $Q = 20 \text{ м}^3/\text{сек}$ да нормал чуқурликлар $h_{01} = 0,29 \text{ м}$, $h_{02} = 1,09 \text{ м}$ бўлса, эни $b = 10 \text{ м}$ бўлган новда қияликнинг $i_1 = 0,05$ дан $i_2 = 0,00078$ га ўзгариш ҳолати учун оқимнинг боғланиш характери аниқланг.

Ҳисоблаш: Берилган шартлар учун критик чуқурликни аниқлаймиз:

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gb^2}} = \sqrt[3]{\frac{20^2}{9,81 \cdot 10^2}} = 0,765 \text{ м.}$$

Кўришиб турибдики, биринчи қисмдаги нормал чуқурликнинг критик чуқурликдан кичик ва иккинчи қисмдаги нормал чуқурлик критик чуқурлик қийматидан катта. Юқори қисмда оқим нотинч ва пастки қисмда оқим тинч ҳолатда эканлигини кўришимиз мумкин. Демак, оқимнинг пастга оқиши гидравлик сакраш характериға эга. Сакраш тури ва ўрнини аниқлаймиз.

h_{01} чуқурлиги билан туташ h''_{01} қийматини аниқлаймиз ва биринчи қисмнинг охиригача оқим нормал чуқурликда ҳаракатланади деб ҳисоблаймиз.

$$h''_{01} = 1,61 \text{ м.}$$

h''_{01} ни иккинчи қисмдаги нормал чуқурлик қиймати билан солиштирамиз ва $h''_{01} > h_{02}$ эканлигини кўрамиз. Демак қияликнинг сикилиш жойида сакраш бўлиши мумкин эмас. Сакраш биринчи қисмда ҳам пайдо бўлиши мумкин эмас. Сакраш иккинчи қисмда қияликнинг сикилиш нуқтасидан маълум бир масофада h'_{02} да пайдо бўлади.

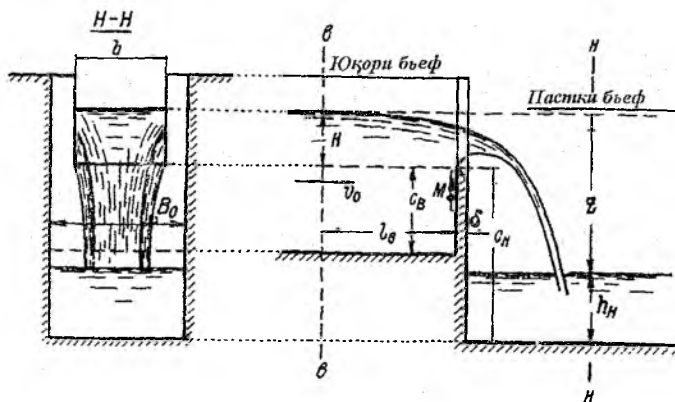
$$h'_{02} = 0,5 h_{02} \left[\sqrt{1 + \frac{8Q^2}{gb^2(h_{02})^3}} - 1 \right] = 0,51 \text{ м.}$$

Демак, оқимнинг иккинчи қисмида чуқурликни $0,29$ дан $0,5$ га қадар ошириш керак бўлган узунликда димланган юза ҳосил бўлади ва $0,51 \text{ м}$ дан $1,09$ гача бўлган чуқурликда гидравлик сакраш жараёни содир бўлади. Ундан сўнг оқим $h_{02} = 1,09 \text{ м}$ даги чуқурликда ўзгармасдан ҳаракат қилади.

Биринчи қисмнинг узунлиги бўйлаб оқим $h_{01} = 0,29 \text{ м}$ чуқурликда тинч ҳаракатланади.

VIII бoб. СУВ ӮТКАЗГИЧЛАР

Гидротехника амалиётида каналлардаги сувнинг сатҳини маълум баландликка кўтариш ва бу сатҳ баландлигини бошқариш ҳоллари кўп учрайди. Бу жараён кўлгина ҳолларда каналга тўсиқ деворлар қуриш ва бунда сув оқими сатҳининг маълум баландликка етганда ўтиши учун маълум катталиқдаги ва турли шаклдаги кесимлар қўйилиши орқали амалга оширилади (8.1 (а)-расм).



8.1 (а)-расм. Сув оқимининг ингичка деворли сув ўтказгичлардан ўтиши.

Демак, айтиш мумкинки, сув ўтказгич деб, оқим ҳаракатига кўндаланг қурилган ингичка деворнинг юқори қисмидан оқим ўтиши учун қирқилган қиркимга айтилади. Деворнинг сув ошиб ўтаётган қисми сув ўтказгич девори деб аталади.

Бундан буён сув ўтказгичларни ўрганиш жараёнида қуйидаги асосий тушунчалар ва белгиланишлардан фойдаланамиз.

1. Сув ўтказгич деворигача бўлган соҳа – юқори бьеф (ЮБ), девордан кейинги соҳа – пастки бьеф (ПБ) деб аталади.

2. Сув оқими сатҳи эгрланиб тушиши бошланадиган $\epsilon-\epsilon$ кесимгача бўлган масофа l_n деб белгиланади ва тажрибалар натижасига асосан қуйидагича аниқланади:

$$l_n = (3 \div 5)H$$

бунда H – сув ўтказгичдаги геометрик напор. Ифодада шунинг ҳисобга олишимиз керакки, H – геометрик напор, бу сув ўтказгич деворидан сув сатҳи эгрланишидан олдинги $\epsilon-\epsilon$ кесимдаги вазиятигача бўлган баландлик.

3. Куйидаги белгиланишларни ҳам киритамиз:

b – сув ўтказгич кенглиги;

δ – сув ўтказгич девори қалинлиги;

c_B ва c_H – сув ўтказгич деворининг юқориғи ва пастки бўёфлар томонидан баландлиги; агар, $c_B = c_H$ бўлса, $c_B = c_H = c$ деб белгиланади;

B_0 – сув ўтказгич қурилган ўзан кенглиги;

Z – сув ўтказгичдаги геометрик фарк, яъни юқориғи ва пастки бўёфлардаги сув оқими сатҳлари фарқи;

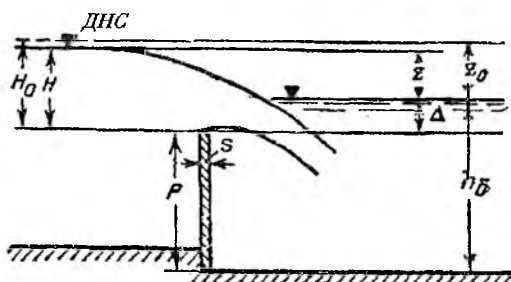
v_0 – $e-e$ кесимдаги оқимнинг ўртача тезлиги ёки яқинлашиш тезлиги дейилади;

H_0 – сув ўтказгичдаги тўлиқ напор:

$$H_0 = H + \frac{\alpha v_0^2}{2g}$$

Z_0 – сув ўтказгичдаги тўлиқ фарк:

$$Z_0 = Z + \frac{\alpha v_0^2}{2g}$$



8.1 (б)-расм.

Сув ўтказгич ҳисобларида куйидаги белгиланишлар қабул килинган (8.1 (б)-расм):

H – сув ўтказгич олдидаги напор – юқори бўёф (ЮБ) ва сув ўтказгич сатҳ орасидаги фарк.

$H_0 = H + \frac{v_0^2}{2g}$ напор билан яқинлашиш тезлигини ҳисобга олган ҳолда, бунда

$$v_0 = \frac{Q}{\omega}$$

ω – сув ўтказгич олдидаги оқимнинг ҳаракатдаги кесими, қиррасидан $3H$ масофада;

Q – сув ўтказгичдан ўтадиган сарф;

P – пастки бьеф (ПБ) туби сатҳидан сув ўтказгич баландлиги;

z – шаршара, пастки ва юқори бьеф сув сатҳлари белгилари;

$z_0 = z + \frac{v_0^2}{2g}$ шаршара билан яқинлашиш тезлигини ҳисобга олган ҳолда;

Δ – сув ўтказгич қиррасидаги пастки бьеф сатҳининг кўтарилиши;

h_0 – пастки бьефдаги оддий чуқурлик;

s – сув ўтказгич қирраси қалинлиги;

B – сув ўтказгич олдидаги оқим кенглиги;

b – сув ўтказгич кенглиги (қирра узунлиги);

ЮБС (УВВ) – юқори бьеф сатҳи;

ДНС (НПУ) – димланган нормал сатҳ;

ДЮСС (ПУВВ) – димланган юқори сув сатҳи;

ПБС (УНБ) – пастки бьеф сатҳи;

ЮБС (УВВ) – юқори бьеф сатҳи;

Сув ўтказгич девори нисбий қалинлигига қараб қуйидагиларга бўлинади:

$\frac{s}{H} < 0,67$ бўлганда, ингичка деворли сув ўтказгич;

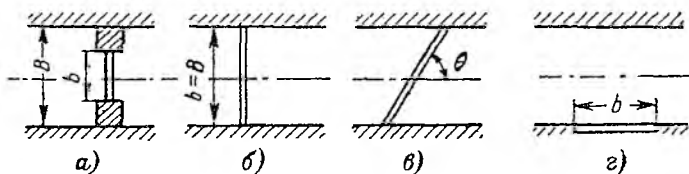
$0,67 < \frac{s}{H} < 2,0$ бўлганда, амалий сув ўтказгич профили;

$2 < \frac{s}{H} < 10$ бўлганда, кенг остонали сув ўтказгич;

$\frac{s}{H} > 10$ бўлганда остонали оқим участкаси худди қиска канал

сифатида қаралади.

Оқим яқинлашиш шартига кўра сув ўтказгичлар қуйидагиларга бўлинади: агар $b < B$ (8.2, а-расм) бўлса, ён сиқилишли сув ўтказгич, агар $b = B$ (8.2, б-расм) – ён сиқилишсиз сув ўтказгич, оқим ўқига нисбатан сув ўтказгич қирраси $\theta = 90^\circ$ бурчакда (8.2, в-расм) – қия сув ўтказгич ва оқимга параллел жойлашган (8.2, г-расм) – ёнлама сув ўтказгич.



8.2-расм.

Пастки бьеф билан оқимнинг туталиш характерига кўра сув ўтказгич кўмилишини кўрамыз. Агар пастки бьефдаги сув сатҳи ўзгариши юкори бьеф сув сатҳини ўзгаришига таъсир этмаса – сув ўтказгич кўмилмаган ҳисобланади. Пастки бьефда сатҳ ўзгарганда, масалан h_0 чуқурлик ошса, юкори бьеф сатҳи ҳам ўзгарса (напор H ҳам ошади), унда сув ўтказгич кўмилган ҳисобланади.

Сув ўтказгич орқали оқим характеристикаси бир неча кўрсаткичларга боғлиқ (баландлиги, сув ўтказгич кўриниши, кириш кирраси шакли ва бошқалар), қуйида ҳар бир сув ўтказгич учун алоҳида ҳисоб берилган.

Ингичка деворли сув ўтказгич. Тўғри бурчакли кўмилмаган сув ўтказгич орқали сарф ён сиқилишсиз, ингичка оқим остида ҳаво қуйидагича аниқланади

$$Q = m_0 b \sqrt{2gH^{3.2}} \text{ м}^3/\text{сек} \quad (8.1)$$

бунда сарф коэффиценти

$$m_0 = \left(0,405 + \frac{0,0027}{H} \right) \left[1 + 0,55 \left(\frac{H}{H+P} \right)^2 \right] \quad (8.2)$$

P кирра баландлиги 20 дан 100 см гача, H напор 5 дан 30 см гача бўлганда сув ўтказгич учун m_0 ни XXVIII жадвал бўйича аниқланади. $H^{3.2}$ киймати XXXII жадвалда келтирилган.

Агар сув ўтказгич ён сиқилишли бўлса, унда (8.1) ифодадаги m_0 ўрнига ён сиқилишли сарф коэффиценти қўйилади:

$$m_0 = \left(0,405 + \frac{0,0027}{H} - 0,03 \frac{B-b}{B} \right) \left[1 + 0,55 \left(\frac{b}{B} \frac{H}{H+P} \right)^2 \right] \quad (8.3)$$

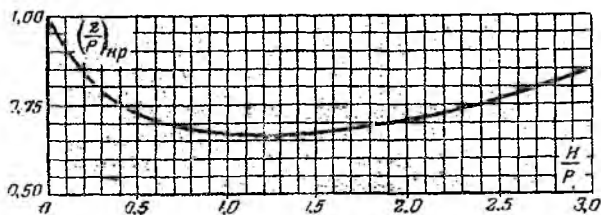
(8.2) ва (8.3) ифодаларда, айлана қавсдаги H напор метрда қўйилса мақсадга мувофиқ.

Агар сув ўтказгич кўмилган бўлса, (8.1) ифоданинг ўнг қисмига кўмилиш коэффиценти қўйилади.

$$\sigma = 1,05 \left(1 + 0,2 \frac{\Delta}{P} \right) \sqrt[3]{\frac{z}{H}} \quad (8.4)$$

Сув ўтказгич икки шартда кўмилган ҳисобланади: 1) агар пастки бьеф (ПБ) сув сатҳи сув ўтказгич киррасидан баланд бўлса (Δ катталигига); 2) агар сув сув ўтказгичдан кейин оқим тинч ҳолатда бўлса (сув ўтказгичдан кейинги гидравлик сакраш сурилган бўлса).

Бирон бир шарт бажарилмаса, сув ўтказгични кўмилмаган деб қараймиз.



8.3-расм.



8.4-расм.

Ўзани тўғри бурчакли бўйлама кесим учун ПБда қўмилган сакраш шаршаранинг критик $(z/P)_{кр}$ нисбати солиштирилиб аниқланади, бунда 8.3-расмдаги график бўйича H/P муносабатига кўра шаршаранинг аниқ нисбати z/P орқали топилади. $\frac{z}{P} < \left(\frac{z}{P}\right)_{кр}$ шарт бўлганда сув ўтказгич

қўмилган бўлади. Ўзани тўғрибурчакли бўлмаган бўйлама кесимда сув ўтказгичдан кейинги сакраш характери нисбати бьефлар тутатиши назарияси бўйича аниқланади (9 боб).

Агар сув ўтказгич девор қия бўлса (8.4-расм), унда ён сиқилишсиз сарф қўмилмаган сув ўтказгич (8.1) ифода бўйича аниқланади. Бунда тузатма коэффициенти K_1 8.1-жадвалдан аниқланади.

8.1-жадвал

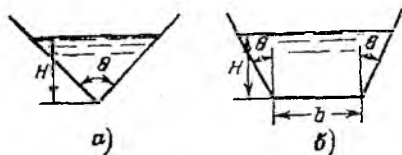
$\frac{a}{H}$	0	1:3	2:3	1:1	2:1	4:1	5:1	6:1	7:1	8:1
K_1	1	1,050	1,087	1,112	1,135	1,103	1,090	1,078	1,066	1,055

Учбурчакли сув ўтказгич. Учбурчакли сув ўтказгичда сарф куйидаги ифода бўйича аниқланади.

$$Q = m\sqrt{2g}H^{5/2}$$

бунда коэффициенти m бурчак θ га боғлиқ (8.5, а-расм). Агар $\theta = 90^\circ$ бўлса, унда $m\sqrt{2g} = 1,4 \text{ м}^{0.5}/\text{сек}$ (тажрибада кузатиш учун напор 0,05 дан 0,25 м), унда сув ўтказгич орқали сарф куйидагича бўлади:

$$Q = 1,4H^{5/2} \text{ м}^{6.5}/\text{сек} \quad (8.5)$$



8.5-расм.

Трапециодал сув ўтказгич. Сарф қуйидаги ифода билан аниқланади

$$Q = mb\sqrt{2gH^{3/2}}$$

бунда m коэффициент θ бурчакка боғлиқ (8.5, б-расм). $\theta = 14^\circ$ бурчак ($\operatorname{tg}\theta = 0,25$) учун $m = 0,42$ қиймати (сув ўтказгич кенлиги $b \geq 3H$)

$m\sqrt{2g} = 1,86 \text{ м}^{0.5}/\text{сек}$ ва сарф ифодаси қуйидагича:

$$Q = 1,86bH^{3/2} \text{ м}^3/\text{сек} \quad (8.6)$$

Учбурчак ва трапециодал сув ўтказгичлар учун қўмилмаган танлаймиз. Яқинлашиш тезлиги кам бўлганлиги сабабли уни ҳисобга олмаймиз.

Амалий профили сув ўтказгичлар. Амалий профили сув ўтказгичларда сарф қуйидаги ифода бўйича аниқланади

$$Q = mb\sqrt{2gH_0^{3/2}} \text{ м}^3/\text{сек} \quad (8.7) \text{ ,}$$

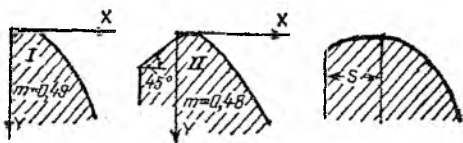
бунда m – сув ўтказгич сарф коэффициенти.

Сув ўтказгич юзаси ва ингичка оким юзаси координаталари Кригер ва Офицеровлар томонидан ҳисобланган.

8.2-жадвал

$x, \text{ м}$	I шакл		
	$y, \text{ м}$		
	Девор шакли	Оқимчанинг шакли	
		Ташки юза	Ички юза
0,0	0,126	-0,831	0,126
0,1	0,036	-0,803	0,036
0,2	0,007	-0,772	0,007
0,3	0,000	-0,740	0,000
0,4	0,007	-0,702	0,007
0,6	0,060	-0,620	0,063
0,8	0,147	-0,511	0,153
1,0	0,256	-0,380	0,267
1,2	0,393	-0,219	0,410
1,4	0,565	-0,030	0,590
1,7	0,873	0,305	0,920
2,0	1,235	0,693	1,310
2,5	1,960	1,500	2,100
3,0	2,824	2,500	3,110
3,5	3,818	3,660	4,260
4,0	4,930	5,000	5,610
4,5	6,220	6,540	7,150

8.2-жадвалда I-схема бўйича (8.6-расм) вакуумсиз сув ўтказгич координаталари тўғон олди напор $H = 1,0 \text{ м}$ учун берилган.



8.6-рasm.

Сув ўтказгични қуриш учун лойихада $H_0 > 1$ напор бўлганда жадвалдаги барча координаталарни лойихаланган напор H_0 га қўпайтириш зарур.

8.3-жадвал

$P, м$	Туташиш радиуси (r) нинг $H, м$ даги қиймати								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	3,0	4,2	5,4	6,5	7,5	8,5	9,6	10,6	11,6
20	4,0	6,0	7,8	8,9	10,0	11,0	12,2	13,3	14,3
30	4,5	7,5	9,7	11,0	12,4	13,5	14,7	15,8	16,8
40	4,7	8,4	11,0	13,0	14,5	15,8	17,0	18,0	19,0
50	4,8	8,8	12,2	14,5	16,5	18,0	19,2	20,3	21,3
60	4,9	8,9	13,0	15,5	18,0	20,0	21,2	22,2	23,2

Пастки бьеф туби билан сув ўтказгич юзаси туташиш радиуси r билан чизилади, бу катталик 8.3-жадвалда берилган. $P < 10$ м тўғон баландлигида $r = 0,5P$ олинади. Вакуумсиз сув ўтказгич эгри чизиғи 8.6-расмда кўриниб турибди. Лойиха бўйича H напор сарф коэффициентни учун (Кригер-Офицеров координатаси бўйича чизилган сув ўтказгичнинг юзаси учун чизилган) куйидагиларни тенг қабул қилади.

I айлана шаклдаги бош қисми учун $m=0,49$

II юқори қирраси айлана бўлмаган бош қисм учун $m=0,48$

Агар напор H сув ўтказгич H_{np} дан фарк қилса, унда m Н.Н.Павловский формуласи бўйича топилади.

I профил учун

$$\begin{cases} m = 0,49 \left(0,785 + 0,25 \frac{H}{H_{np}} \right), & \frac{H}{H_{np}} \leq 0,80 \text{ учун} \\ m = 0,49 \left(0,88 + 0,12 \sqrt{\frac{H}{H_{np}}} \right), & \frac{H}{H_{np}} > 0,80 \text{ учун} \end{cases} \quad (8.8)$$

II профил учун

$$\begin{cases} m = 0,48 \left(0,805 + 0,31 \frac{H}{H_{np}} \right), \frac{H}{H_{np}} = 0,1 \div 0,5 \text{ учун} \\ m = 0,48 \sqrt[20]{\frac{H}{H_{np}}}, \frac{H}{H_{np}} > 0,5 \text{ учун} \end{cases} \quad (8.9)$$

3.4-жадвал

$\frac{\Delta}{H_0}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1
σ	1	0,998	0,996	0,991	0,983	0,972	0,957	0,947	0,933	0,9-0,8	0,76	0,70	0,59	0,41	0

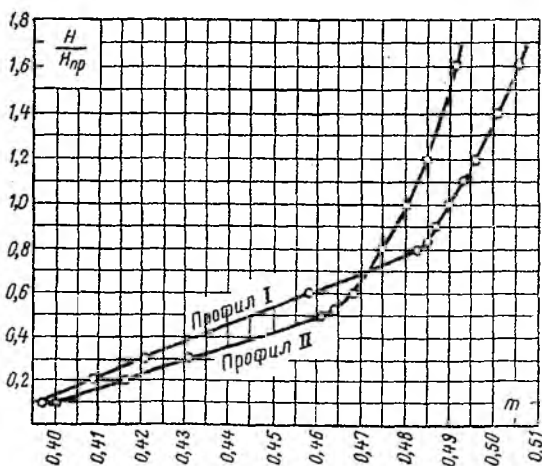
8.7-расмда I ва II тип бош қисми учун $m = f(H/H_{np})$ графиги берилган. Бу (8.8) ва (8.9) ифода бўйича қурилган ва m катталигини ҳам шу ифодалардан аниқлаш мумкин.

Сув ўтказгич қирраси кенгайганда (8.6-расм) s/H га нисбатан коэффициент камаяди ва қуйидаги ифода билан топилади.

$$m = 0,36 + 0,1 \frac{2,5 - \frac{s}{H}}{1 + \frac{2s}{H}} \quad (8.10)$$

бунда s – қирра кенгайиши.

(8.10) ифода $0,3 < \frac{s}{H} < 2,5$ бўлим учун

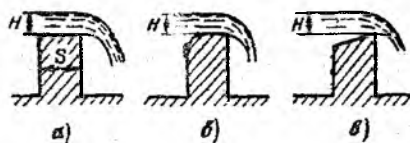


8.7-расм.

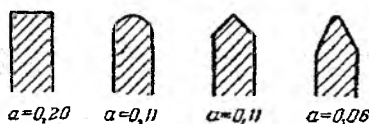
Тўғри бурчакли амалий профили сув ўтказгич учун трапеция ва кўПБурчакли кўринишда сарф коэффициенти катталиги m шаклга ва сув ўтказгич ўлчамларига боғлиқ.

Тўғри бурчакли профил учун (8.8, а-расм)

$$m = 0,42 \left(0,7 + 0,185 \frac{H}{s} \right) \quad (8.11)$$



8.8-расм.



8.9-расм.

Кириш кирраси думалок профил ва урилган кирра учун (8.8, б- ва в-расмлар)

$$m = 0,44 \left(0,7 + 0,185 \frac{H}{s} \right) \quad (8.12)$$

Сарфга ён сиқилиш таъсири (8.7) ифодага сиқилиш коэффициенти ε ни киритиш орқали ҳисобга олинади. Бу Замарин формуласи бўйича аникланади.

$$\varepsilon = 1 - a \frac{H_0}{b + H_0} \quad (8.13)$$

бунда коэффициент a таянч ва пландаги бош шаклга боғлиқ (8.9-расм),

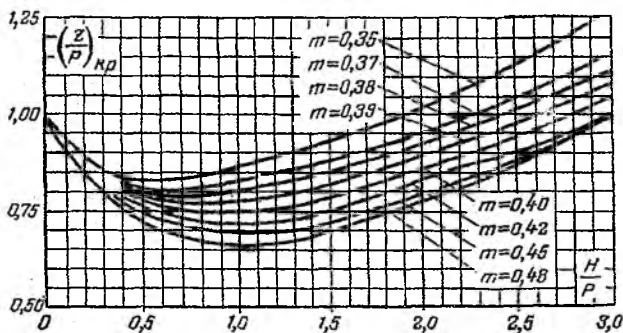
- 1) тўғри бурчакли бўлганда $a = 0,20$
- 2) яримциркул ёки ингичка деворли бўлганда $a = 0,11$
- 3) эгри чизикли бўлганда $a = 0,06$

Кўмилиш ҳисоби. Агар ПБдаги сув сатхи сув ўтказгич кирраси белгисидан паст бўлса, унда сув ўтказгич кўмилмаган. Агар ПБ сув сатхи сув ўтказгич киррасидан баланд бўлса, сув ўтказгичдан кейинги оким нотинч ҳолатда (узоклашган сакраш), бунда ҳам сув ўтказгич кўмилмаган. Агар ПБ сатх белгиси киррасидан баланд ва сув ўтказгичдан кейин оким тинч ҳолатда (сурилган сакраш) бўлганда сув ўтказгич кўмилган бўлади.

ПБ тўртбурчак шаклдаги ўзан учун узоклашган ёки сурилган сакраш критик шаршарага нисбати $(z/P)_{кр}$ ва хакикий (z/P) билан таккослаш орқали аникланади

$$\left(\frac{z}{P} \right) < \left(\frac{z}{P} \right)_{кр}$$

шарт бўлганда сув ўтказгич кўмилган. $(z/P)_{кр}$ киймати 8.10-расмдаги график бўйича H/P аникланади, бунда амалий профил учун ҳар хил сарф коэффициенти m билан берилган.



8.10-расм.

Сув ўтказгич кўмилганда (8.7) ифодага кўмилиш коэффициенти σ — 8.4-жадвалдан, нисбий кўмилиш $\frac{\Delta}{H_0}$ билан боғлиқ ҳолда аниқланади.

Кенг остонали сув ўтказгич. Кенг остонали сув ўтказгич сарфи куйидаги ифода билан аниқланади.

$$Q = mb\sqrt{2gH_0^{3/2}} \quad (8.14)$$

бунда сарф коэффициенти m сув ўтказгичдаги оким қаршилигига боғлиқ, кириш қисмидаги кирра шакли, остона баландлиги, унинг кенглиги ва гадир-будурлигига қараб аниқланади.

m кийматини 8.5-жадвал бўйича аниқлаш мумкин.

Ён сикилиш мавжуд бўлганда m коэффициентни нотекис киришда (конуссиз) яқинлашиш формуласи бўйича аниқлаш мумкин:

$$m = 0,30 + 0,08 \frac{bH}{\Omega_{с.б}}$$

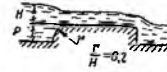
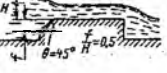
бунда $\Omega_{с.б}$ — сув ўтказгич олдидаги окимнинг ҳаракатдаги кесими

Кириш конус билан

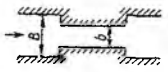
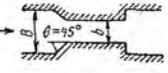
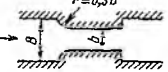
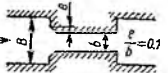
$$m = 0,30 + \frac{0,08}{1 + 2s} \frac{H}{b}$$

бунда s — конуснинг котангенс бурчаги.

Пландаги думалок кириш учун қувурнинг кенгайган учи типидagi туташишда $m = 0,35 \div 0,36$ қабул қилиш мумкин.

Сув ўтказгич шакли	Сув ўтказгичнинг нисбий баландлиги P/H					Изоҳ
	0,2	0,6	1,0	2,0	4,0	
	0,366	0,350	0,342	0,333	0,327	r катталашини билан m ҳам катталашади
	0,377	0,370	0,366	0,363	0,360	
	0,376	0,367	0,363	0,358	0,355	f катталашини билан m ҳам катталашади

8.6-жадвал

Планда сув ўтказгич шакли	Сув ўтказгичнинг нисбий кенглиги b/B					Изоҳ
	0,8	0,5	0,3	0,1	0	
	0,355	0,334	0,327	0,322	0,320	θ камайиши, r ва ε катталашини билан m ҳам катталашади
	0,369	0,358	0,354	0,351	0,150	
	0,371	0,361	0,357	0,355	0,354	
	0,366	0,354	0,349	0,346	0,345	

Агар сув ўтказгич ён сикилиш шароитда $p=0$ бўлганда, m коэффиценти 8.6-жадвал бўйича аникланади.

Сув ўтказгич остонасида оким чуқурлиги h критикдан кам бўлганда кенг остонали сув ўтказгич кўмилмаган бўлади, унда сув ўтказгичда оким нотинч ҳолатга ўтади.

Агар барча остона чуқурлиги $h > h_k$ бўлса, унда сув ўтказгич кўмилмаган.

Агар $\frac{\Delta}{H_0} \leq K_2$ бўлса, сув ўтказгич қўмилмаган, бунда $\Delta = h_6 - P$

бўлса, K_2 қийматини m га қараб 8.7-жадвал бўйича аниқлаш мумкин.

8.7-жадвал

m	0,320	0,340	0,350	0,360	0,385
φ	0,956	0,970	0,976	0,983	1,00
K_2	0,880	0,840	0,830	0,810	0,67

Агар $\frac{\Delta}{H_0} > K_2$ бўлса, сув ўтказгич қўмилган.

Бу ҳолда (8.14) ифодага қўмилиш коэффиценти σ_n ва сув ўтказгич қўмилган сарфни киритиш керак.

$$Q = \sigma_n m b \sqrt{2gH_0^{3/2}} \quad (8.15)$$

8.8-жадвалда қиймат берилган, нисбий қўмилиш $\frac{\Delta}{H_0}$ ва оқимнинг нисбий кенгайиши.

8.8-жадвал

$\frac{\Delta}{H_0}$	σ_n катталиги								
	$\varepsilon = \frac{b\Delta}{\Omega_{пл}}$								
	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0
0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,78	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97
0,80	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95
0,82	0,92	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,92
0,84	0,89	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99	0,97	0,89
0,86	0,85	0,94	0,96	0,99	1,00	0,99	0,96	0,94	0,85
0,88	0,81	0,90	0,93	0,97	0,96	0,97	0,93	0,90	0,81
0,90	0,75	0,84	0,88	0,92	0,91	0,92	0,88	0,84	0,75
0,92	0,69	0,78	0,82	0,85	0,84	0,85	0,82	0,78	0,69
0,94	0,61	0,70	0,73	0,76	0,75	0,76	0,73	0,70	0,61
0,96	0,51	0,59	0,62	0,65	0,64	0,65	0,62	0,59	0,51
0,98	0,36	0,44	0,46	0,49	0,48	0,49	0,46	0,44	0,36

Эгри сув ўтказгич. Эгри сув ўтказгичдаги сарф куйидаги ифода билан аниқланади

$$Q = m l \varepsilon \sqrt{2gH_0^3} \quad (8.16)$$

бунда

$$\varepsilon = 1 - \frac{KH \left(2 - \frac{\theta^0}{45} \right)^{3.2}}{l}$$

бунда l – сув ўтказгич қиррасининг узунлиги

$K = 0,5$ ингичка девор учун ва $K = 1,1$ амалий профил учун.

θ – оқим ўқи ва сув ўтказгич қирраси орасидаги бурчак.

m – нормал сув ўтказгич сарф коэффициенти

Ён сув ўтказгичлар. Ён сув ўтказгичдаги канал оқими тинч бўлганда сарф куйидаги ифода орқали топилади

$$Q_e = m_e l \sqrt{2g} H_2^{3.2} \quad (8.17)$$

бунда l – сув ўтказгич қирра узунлиги.

m_e – ён сув ўтказгич сарф коэффициенти:

ингичка деворли сув ўтказгич учун

$$m_e = 0,25 + 0,167 \left(\frac{H_1}{H_2} - \sqrt{P_{\kappa 2}} \right) \quad (8.18)$$

амалий профилли сув ўтказгич учун

$$m_e = 0,287 + 0,169 \left(\frac{H_1}{H_2} - \sqrt{P_{\kappa 2}} \right) \quad (8.19)$$

Агар сув ўтказгич олдидаги канал чуқурлиги h_1 ва сув ўтказгичдан кейинги h_2 бўлса, напор $H_1 = h_1 - p$ ва $H_2 = h_2 - p$, бунда p – сув ўтказгич остонасининг баландлиги.

Сув ўтказгич охирида кинетиклик параметри аникланади.

$$P_{\kappa 2} = \frac{v_2^2}{gh_2} \quad (8.20)$$

Оқим сарфини аниқлаш учун ингичка деворли тўғри тўртбурчак қиркимли сув ўтказгичлардан ташқари, бошқа кўринишдаги сув ўтказгичлар ҳам амалиётда кенг қўлланилади.

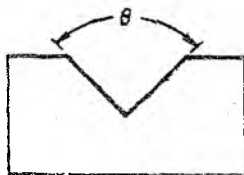
Агар бундай сув ўтказгичлар тўғри лойихалаштирилиб, тўғри ўрнатилса, уларнинг оқим сарфини ўлчашдаги аниқлик даражаси анча юқори бўлади. Оқим сарфини ўлчайдиган сув ўтказгичларни ўрнатишда куйидагиларга эътибор бериш талаб этилади:

1. Сув оқимининг сарфини ўлчайдиган ўтказгичлар канал ёки новнинг тўғри соҳасига ўрнатилиши керак;
2. Ўтказгичдан ошиб тушаётган оқимчанинг остки қиемига эркин ҳаво кириши керак, яъни атмосфера билан туташган бўлиши керак;
3. Сув ўтказгич остонасининг баландлиги – пастки бьефдаги оқим сарфининг энг катта қийматига мос келувчи белгидан юқори бўлиши

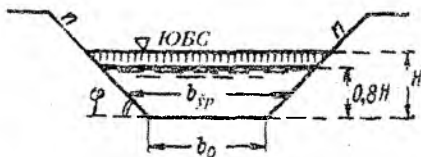
керак. Шу шарт бажарилганда сув ўтказгич қўмилмаган бўлади ва сарфга пастки бьефдаги суяклик сатхи таъсир этмайди. Албатта, шуни таъкидлаш керакки, сув ўтказгич ўлчагичларини лойихалаштириш ва ўрнатишга доир махсус кўрсатмалар мавжуддир.

Энди сув ўтказгичларнинг айрим турлари билан танишамиз.

Ингичка деворли учбурчак сув ўтказгич :



8.11-расм. Учбурчак сув ўтказгич



8.12-расм. Трапеция кўринишдаги сув ўтказгич.

Қўмилмаган учбурчак учун ҳисобланиш формуласи қуйидаги кўринишга эга:

$$Q = m_0 \lg \frac{\theta}{2} \sqrt{2gH^3} \quad (8.21)$$

Томсон тажрибасига асосланиб, $\theta = 90^\circ$ ва $H = (0,05 \div 0,25)$ м шартлар бажарилганда

$$m_0 \lg \frac{\theta}{2} = 0,316 \quad (8.22)$$

деб ёзиш мумкин, бу ҳолда Томсон сув ўтказгичи деб аталувчи бу ўтказгич учун $g = 9,81 \frac{м}{с^2}$ бўлган ҳолда қуйидагини ёзиш мумкин:

$$Q = 1,4H^{\frac{3}{2}} \quad (8.23)$$

Ўлчов ишлари бажарилаётганда $p \geq 0,2$ м ва $v_0 < 0,5 \frac{м}{с}$ бўлишига эришиш керак.

Трапеция кўринишдаги сув ўтказгичлар. Бундай сув ўтказгичларда сарф қуйидагича аникланади:

$$Q = m_0 b_{0,yp} \sqrt{2gH^3} = m \varepsilon (b_0 + 0,8nH) \sqrt{2gH^3} \quad (8.24)$$

Тенг ёнли трапеция шаклидаги қўмилмаган сув ўтказгичларда $\lg \theta = 0,25$ ($\theta = 14^\circ$) бўлса, Чиолетти $m_0 = 0,42$ эканлиги тажрибалар асосида аниклаган. Шу сабабли, Чиолетти сув ўтказгичи деб аталувчи бундай ўтказгичларда сарф қуйидагича аникланади.

$$Q = 1,86bH^{\frac{3}{2}} \quad (8.25)$$

Ўлчов ишларида $H = (0,05 \div 1,0) \text{ м}$, $b = (3 \div 4) \text{ м}$ ва $v_0 \leq 0,5 \text{ м/с}$ шартлар бажарилишига эътибор бериш керак.

Парабола шаклидаги сув ўтказгичлар: Бундай шаклдаги сув ўтказгичлар куйидаги $y^2 = PP_n Z$ формула асосида қурилган бўлса, (бунда P_n – парабола периметри) сарфни куйидагича аниклаш мумкин:

$$Q = m_0 \sqrt{2g} \sqrt{P_n} H^2 \quad (8.26)$$

Граве тажрибаларига асосан $0,0025 \text{ м} < P_n < 0,05 \text{ м}$ ва $0,3 \text{ м} < H < 0,6 \text{ м}$ шартлар бажарилганда қумилмаган сув ўтказгичлар учун сарф коэффициентини $m_0 = 0,625$ га тенг эканлиги аникланди.

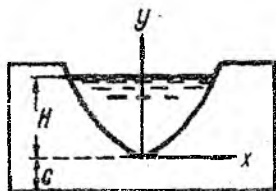
Бу вазиятни ҳисобга олиб, (8.26) формуладаги доимий ўзгармас катталикларни M ҳарфи билан белгилаб олсак,

$$M = m_0 \sqrt{2g} \sqrt{P_n} = 2,768 \sqrt{P_n} \quad (8.27)$$

ва

$$Q = MH^2 \quad (8.28)$$

деб ёзиш мумкин. Бу формуладан парабола шаклидаги сув ўтказгичларнинг гидравлик ҳисобида фойдаланилади.



8.13-расм. Парабола шаклидаги сув ўтказгич

ИНГИЧКА ДЕВОРЛИ СУВ ЎТКАЗГИЧЛАР

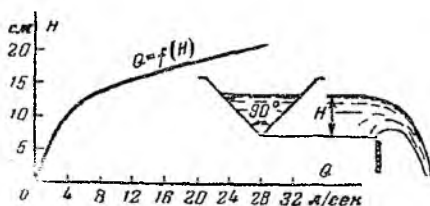
8.1-машқ.

Трапеция шаклдаги сув ўтказгичнинг (8.5, б-расм) кенглиги $b = 50 \text{ см}$, ён қирра қия бурчаги $\theta = 14^\circ$. Сув ўтказгичда сарф $Q_1 = 190 \text{ л сек}$ ва $Q_2 = 95 \text{ л сек}$ бўлганда H_1 ва H_2 напорни аниқланг.

Жавоб: $H_1 = 34,7 \text{ см}$; $H_2 = 21,8 \text{ см}$.

8.2-машқ.

Агар бурчак $\alpha = 90^\circ$ бўлса (8.14-расм), учбурчак сув ўтказгич ингичка деворининг 1,0 дан 30,0 диапозонида ўтадиган сарф учун $Q = f(H)$ сув сарфи ва напорларнинг эгри чизиғини қулинг.



8.14-расм.

8.9-жадвал

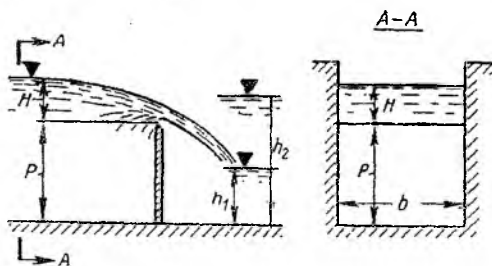
$H, \text{ см}$	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22
$Q, \text{ л сек}$	0,78	1,23	1,81	2,53	3,40	4,42	6,97	10,26	14,35	19,25	25,00	31,80

Ҳисоблаш: H нинг ҳар хил қийматларида сарфни (8.5) ифода орқали аниқлаймиз ва натижани 8.9-жадвалга киритамиз, шунга қараб 8.14-расмда кўрсатилган $Q=f(H)$ графигини кураимиз.

8.3-машқ

Ингичка деворли ён сиқилишсиз тўғри бурчакли сув ўтказгич (8.15-расм) параметрлари: кенглиги $b=80 \text{ см}$, $P=40 \text{ см}$, $H=25 \text{ см}$. Сув ўтказгичдан ўтаётган Q сарфни икки ҳолат учун аниқлаш керак: 1) Сув ўтказгичдан кейинги чуқурлик $h_1=35 \text{ см}$; 2) $h_2=56 \text{ см}$.

Жавоб: $Q_1=200 \text{ л сек}$; $Q_2=161 \text{ л сек}$.



8.15-расм.

8.4-машқ

10,0 дан 20,0 л сек гача бўлган сарфни ҳисоблаш учун трапеция шаклдаги сув ўтказгич ($ig\theta=0.25$) нинг кенглиги b ни аниқлаш керак. Сарфни ўлчаш аниқлиги $\Delta Q \leq 0.2 \text{ л сек}$ ни ташкил қилсин. Сув ўтказгич устидаги напор 0.5 мм гача аниқликда ўлчанади.

Ҳисоблаш: Трапеция шаклдаги сув ўтказгич сарфи (8.6) ифода бўйича аникланади

$$Q = 1,86H^{3,2}$$

$Q_{\max} = 20$ л/сек сув ўтказганда сув ўтказгич кенглиги қуйдагича бўлади:

$$b = \frac{0,020}{1,86H^{3,2}} \quad (8.29)$$

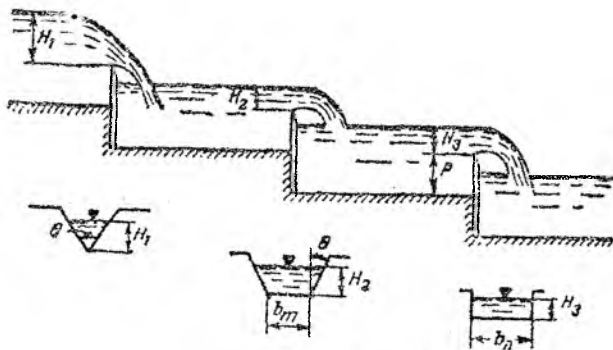
Сарфни ўзгариш шартига кўра $\Delta Q = 0,0002$ м³/сек напор ўзгариши $\Delta H = 0,0005$ га мос келиши керак.

$$0,020 + 0,0002 = 1,86b(H + 0,0005)^{3,2}$$

Бу тенгламага b қийматини (8.29) ифодага қўйиб ва H га нисбатан ечсак, $H = 0,77$ м = 77 см. H қийматни (8.29) ифодага қўйиб, $b = 0,505$ м = 50,5 см оламиз. Сарф $Q = 20$ л/сек, трапеция шаклдаги сув ўтказгич кенглиги $b = 50,5$ см орқали напор $\Delta H = 0,5$ мм ўзгариши қуйдаги сарф ўзгаришига $\Delta Q < 0,2$ л/сек мос.

8.5-машқ.

Новда бирин-кетин учта ингичка деворли сув ўтказгич учбурчак бурчаги $\theta = 90^\circ$, трапециадал, кенглиги b_r ва $\operatorname{tg} \theta = 0,25$, ён сиқилишсиз тўғри бурчакли, қиррасининг баландлиги $P = 0,40$ м (8.16-расм).



8.16-расм.

Агар учбурчак шаклдаги сув ўтказгич олдидаги напор H_1 , тўғри бурчакли шаклдаги сув ўтказгич напори H_2 , трапеция шаклдаги сув ўтказгич олдидаги напор каби ҳамда сув ўтказгич қўмилмаган бўлса, қуйдагиларни аниқланг:

1. Сув ўтказгичдан ўтаётган Q сарфни;
2. Трапеция шаклдаги қиррали сув ўтказгич олдидаги напор H_2 ни

3. Тўғри бурчакли сув ўтказгич кенглиги b , ни.

Ҳисоблаш вариантлари 8.10-жадвалда берилган.

8.6-машқ.

Ён сиқилишсиз тўғри бурчакли киррали сув ўтказгич устидаги напор $H_1 = 14$ см. Сув ўтказгичдаги сарф $Q = 21,5$ л сек. Сув ўтказгич кенглиги b ва H_2 ни аниқлаш керак, бунда сув ўтказиш қобиляти $Q_2 = 16,0$ л сек га кенглиги тўғри келиши керак. Сув ўтказгич киррасининг баландлиги $P = 0,4$ м. Сув ўтказгич – қўмилмаган.

Жавоб: $b = 21,0$ см; $H_2 = 11,5$ см.

8.7-машқ.

Тўғри бурчакли сув ўтказгич ингичка деворли бўлганда кенглиги b ни топиш керак. Берилган: сарф $Q_2 = 520$ л сек, $P = 0,4$ м, $H = 0,35$ м. Олиб келувчи канал кенглиги (тўғри бурчакли) $B = 2,4$ м.

Ҳисоблаш: Ён сиқилиш бўлмаганлиги учун, 8.2-ифодадан сарф коэффицентини топамиз

$$m_0 = \left(0,405 + \frac{0,0027}{0,35} \right) \left[1 + 0,55 \left(\frac{0,35}{0,35 + 0,40} \right)^2 \right] = 0,462$$

Бунда сув ўтказгич кенглиги (8.1) ифода бўйича:

$$b = \frac{Q}{m_0 \sqrt{2gH^{3/2}}} = \frac{0,52}{0,462 \cdot 4,43 \cdot 0,35^{3/2}} = 1,23 \text{ м.}$$

$B > b$ бўлгани учун сув ўтказгич ён сиқилишли бўлади. Сарф коэффицентини (8.3) ифода оркали аниқланади

$$m_0 = \left(0,405 + \frac{0,0027}{H} - 0,03 \frac{B-b}{B} \right) \left[1 + 0,55 \left(\frac{H}{H+P} \right)^2 \left(\frac{b}{B} \right)^2 \right]$$

1. Агар $b = 1,23$ м бўлса, унда формулага машкнинг кийматларини қўйиб, $m_c = 0,412$ ни олаимиз. $m_c = 0,412$ бўлганда (8.1) ифодадан $b = 1,37$ м.

2. $b = 1,37$ м бўлса, (8.3) ифода бўйича $m_c = 0,415$ ҳисоблаймиз, $m_c = 0,415$ бўлганда $b = 1,23$ м олаимиз.

8.10-жадвал

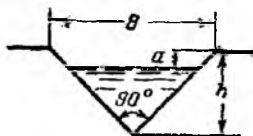
	Вариантлар											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H_1 , см	12	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	18,5	19
b_1 , см	22	23	24	25	28	30	31	34	35	36	38	40
Q , л/сек	7,00	10,26	11,21	12,20	13,25	14,35	15,50	16,70	17,96	19,20	20,60	22,01
H_2 , см	6,60	8,30	8,55	8,80	8,65	8,70	8,98	8,86	9,12	9,30	9,47	9,58
b_2 , см	20,4	21,70	22,70	23,60	26,40	28,40	29,40	32,20	33,10	34,60	36,00	38,0

	Вариантлар											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$H_1, \text{см}$	19,5	20	20,5	21	21,5	22	22,5	23	23,5	24	24,5	25
$b_r, \text{см}$	42,0	44	45,0	46	48,0	50	52,0	54	55,0	56	58,0	60,0
$Q, \text{л/сек}$	23,5	25,01	26,60	28,3	30,0	31,80	33,70	35,50	37,50	39,50	41,60	43,70
$H_2, \text{см}$	9,67	9,78	10,00	10,3	10,4	10,53	10,66	10,78	11,04	11,30	11,44	11,55
$b_{II}, \text{см}$	39,9	41,80	42,80	43,7	45,5	47,40	49,50	51,50	52,04	53,40	55,20	57,40

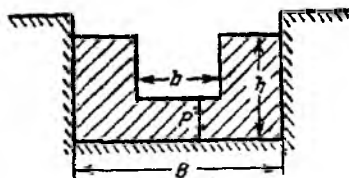
8.8-машқ.

Учбурчак сув ўтказгич ($Q=90^\circ$), $Q_{\max}=40 \text{ л/сек}$ бўлганда сув захираси баландлиги $a=6 \text{ м}$ (8.17-расм). Қирким ўлчамлари h ва B катталикларни аниклаш керак.

Жавоб: $h=30 \text{ см}$; $B=2h=60 \text{ см}$.



8.17-расм.



8.18-расм.

8.9-машқ.

Қия деворда нов қўйилган, бунда тўғри бурчакли сув ўтказгич кенлиги $b=72 \text{ см}$. Девор баландлиги $h=65 \text{ см}$, нов тубидан сув ўтказгич қирраси баландлиги $P=20 \text{ см}$. Нов кенлиги $B=114 \text{ см}$ (8.18-расм).

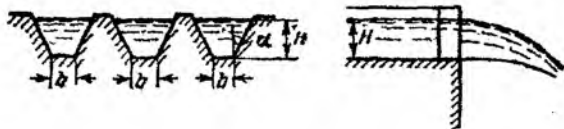
Аниклаш керак:

- сув ўтказгич оркали максимал сарфни;
- сув ўтказгич кенлиги катталиги 8 см бўлганда H_1 напор учун $Q_{\max}$ сув сарфини.

Жавоб: а) $Q_{\max}=425 \text{ л сек}$ ($H=45 \text{ см}$ бўлганда); б) $H_1=41,5 \text{ см}$.

8.10-машқ.

Сув ўтказгич тиркишидан ўтаётган Q сарфни топиш керак, бунда учта трапециодал сув ўтказгич бўлими кенлиги $b=0,30 \text{ м}$, ён қирра бурчаги $\alpha=30^\circ$ (8.19-расм). Сув ўтказгич олдидаги напор $H=1,25 \text{ м}$. Сарф коэффициенти $m=0,48$ қабул қилинади.



8.19-расм.

Хисоблаш: Сув ўтказгичнинг қиркими орқали ўтаётган сарфни қуйидаги ифодадан топилади

$$Q = nm(b + 0,8tg\alpha H)\sqrt{2g}H^{3/2}$$

бунда n – тирқишлар сони.

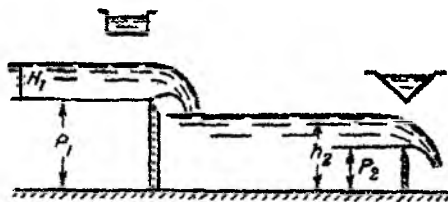
Қийматларни қўямиз:

$$Q = 3 \cdot 0,48(0,3 + 0,8 \cdot 0,5774 \cdot 1,25)\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,25^{3,2}} = 7,85 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

8.11-машқ.

Тўғри бурчакли новда бирин-кетин сув ўтказгич қўйилган (8.20-расм) – ён сиқилишсиз тўғри бурчакли, қирра баландлиги $P_1 = 72 \text{ см}$ ва учбурчак ($\theta = 90^\circ$). Агар нов кенглиги $b = 80 \text{ см}$, сув ўтказгич олдидаги сув чуқурлиги $h_2 = 65 \text{ см}$, нов тубидан учбурчак сув ўтказгичгача $P_2 = 46 \text{ см}$ бўлса, Q сарфни ва H_1 сув ўтказгич олдидаги напорни аниқланг.

Жавоб: $Q = 22 \text{ л сек}$; $H_1 = 5,7 \text{ см}$.



8.20-расм.

8.12-машқ.

Идишнинг ён томондаги девори кенглиги $B = 80 \text{ см}$ ва баландлиги $h = 70 \text{ см}$, 120 л сек сарфни ўтказиш учун ингичка деворли сув ўтказгичда ўлчаш сатҳини қирқиб олиш керак (учбурчак ёни тўғри бурчакли). Сув ўтказгич олди сув сатҳи идишнинг қиррасидан 10 см дан паст бўлмаслиги керак.

Шаклини ва сув ўтказгич ўлчамини аниқлаш керак.

Жавоб: Сув ўтказгич – тўғри бурчакли. $b = 80 \text{ см}$, $P = 41 \text{ см}$, $H = 18,7 \text{ см}$.

8.13-машқ.

Агар қирра баландлиги $P=0,25$ м, сув ўтказгич кенглиги нов кенглигига тенг $b=B=0,30$ м бўлса, ингичка деворли сув ўтказгичдан ўтаётган Q сарфни аниқлаш керак. Новдаги чуқурлик сув ўтказгичдан олдин $h_1=0,38$ м, сув ўтказгичдан кейинги чуқурлик $h_2=0,20$ м.

Жавоб: $Q=28,2$ л сек.

8.14-машқ.

Агар сув ўтказгич кенглиги $b=90$ см, аниқлиги $\Delta b=\pm 1,0$ мм, ён сиқилишсиз ингичка деворли тўғри бурчакли сув ўтказгич сарфини ҳисоблаш керак. Напор $H=23,0$ см ўлчаш нинасининг аниқлиги $\Delta H=\pm 0,5$ мм. Сарф коэффициент $m_0=0,46$ ҳажмий усулда $\Delta m=\pm 0,005$ аниқланган.

Ҳисоблаш: Сув ўтказгичдан ўтадиган сарф (8.1) ифодадан топилади.

$$Q = m_0 b \sqrt{2gH}^{3/2} = 0,46 \cdot 0,90 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,23^{3,2}} = 0,202 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Сарф ўлчашда нисбий хатолик

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta m_0}{m_0} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{3 \Delta H}{2 H} = \frac{0,005}{0,46} + \frac{0,001}{0,90} + \frac{3 \cdot 0,0005}{2 \cdot 0,23} = 0,015, \text{ бу эса } 1,5\%$$

$Q=202$ л/сек сарфни ҳисоблашда хатолик $\Delta Q=\pm 3,0$ л/сек бўлади.

8.15-машқ.

Қандай аниқликда ён сиқилишсиз тўғри бурчакли сув ўтказгич қиррасидаги напор ΔH ни ўлчаш мумкин. Бунда сарф $H=12,5$ см бўлганда нисбий хатолик 1 % дан ошмаслиги керак. Сув ўтказгич кенглиги $b=50$ см, аниқлиги $\Delta b=1,0$ мм, сув ўтказгич сарф коэффициент $m=0,455$, аниқлиги $\Delta m=0,002$

Жавоб: $\Delta H=0,3$ мм.

8.16-машқ.

2,0 дан 5,0 л/сек гача бўлган сарф бўлимида учбурчак ёки тўғри бурчак сув ўтказгичларнинг қайси бирида аниқлик катта. Сув ўтказгич кўмилмаган. Ингичка оқим тагида эркин ҳаво кириши таъминланган. Сув ўтказгич кенглиги $b=0,40$ м (ён сиқилишсиз), $P=0,30$ м. Учбурчакли сув ўтказгич бурчак $Q=90^\circ$. Напорни ўлчаш аниқлиги $\Delta H=\pm 0,5$ мм.

Жавоб: $Q=2,0$ л/сек бўлганда учбурчакли сув ўтказгич хатолиги $\Delta Q/Q=0,017 < 2\%$, тўғри бурчаклида — $\Delta Q/Q=0,037 > 3\%$. Тўғри бурчакли сув ўтказгичга қараганда учбурчакда аниқ ҳисобланади.

8.17-машқ.

Қия деворли ҳавзадан тўғри бурчакли ингичка деворли сув ўтказгич қирқилган. Агар унинг кенглиги $b = 78$ см ва сув ўтказгич олдидаги напор $H = 22$ см бўлса, сув ўтказгичдан ўтаётган Q сарфни аниқлаш керак. Ингичка оқим остига ҳаво кириш таъминланган.

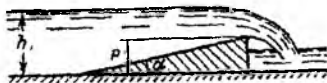
Қўрсатма: Ечишда $B \gg b$ қабул қилинсин.

Жавоб: $Q = 1,38$ л/сек.

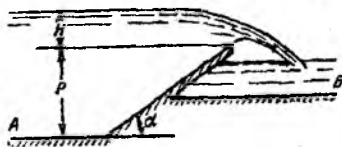
8.18-машқ.

Тўғри бурчакли нов қирқимида эгри сув ўтказгич олдидаги h чуқурликни аниқланг (8.21-расм). Канал кенглиги сув ўтказгич кенглигига тенг $b = 1,30$ м, сув ўтказгич баландлиги $P = 0,40$ м. Сув ўтказгичдаги эгри бурчак горизонтга нисбатан аниқланади. Сув ўтказгичдан ўтаётган сарф $Q = 162$ л/сек.

Жавоб: $h = 55$ см.



8.21-расм.



8.22-расм.

8.19-машқ.

А новдан В новга ўтаётган Q сарфни аниқланг (8.22-расм). Эгрилиги ($\text{ctg} \alpha = 2,0$), сув ўтказгич девори кенглиги $b = 50$ см. Қия девор проекцияси баландлиги $P = 140$ см. Девор олдидаги напор $H = 28$ см. В новдаги сув сатҳи сув ўтказгич деворининг қиррасидан паст.

Жавоб: $Q = 156$ л/сек.

8.20-машқ.

Қия деворда, тўғри бурчакли новдаги тўсиқ ҳосил қилиниб, тўғри бурчак ингичка деворли сув ўтказгич қирқиб олинган. Нов кенглиги $B = 140$ см. Сув ўтказгич кенглиги $b = 60$ см. Нов тубидан сув ўтказгич қиррасигача $P = 35$ см. Агар сув ўтказгич бошида чуқурлик $h_1 = 58$ см, охирида эса $h_2 = 32$ см бўлса, новдаги сарф Q ни аниқлаш керак. Агар сув ўтказгичнинг кенглигини ўзгартирмасдан, трапециодал $\text{tg} \theta = 0,25$ сув ўтказгич қилиб, Q сарф ўтаётганда сув ўтказгич олдидаги h_1 чуқурлик қандай бўлади?

Жавоб: $Q = 119$ л/сек; $h_1 = 58$ см.

8.21-машқ.

Тўғри бурчакли ўткир қиррали ён сиқилишсиз сув ўтказгич кенглиги $b = 60$ см, қиррасининг баландлиги $P = 25$ см, сув ўтказгич олдидаги напор $H_1 = 15$ см.

Аниқлаш керак:

1) Сарф Q_1 ;

2) Сув ўтказгичнинг қайси напориди H_2 орқали 2 баробар кўп сарф ўтади.

Жавоб: 1) $Q_1 = 70,2$ л/сек. 2) $H_2 = 23,8$ см.

8.22-машқ.

Трапециодал сув ўтказгич кенглиги $b = 45$ см, $tg\theta = 0,25$ новда сарфни ўлчаш учун $Q_{\min} = 2,0$ дан $Q_{\max} = 80$ л/сек гача бўлган бўлимқа қўйилган. Агар H напор $\Delta H = 0,5$ мм аниқликда ҳисобланса, сув ўтказгич кенглиги аниқлиги эса $\Delta b = 0,15$ см бўлса, сарфлар $Q_{\min}$, $Q_{\max}$, $0,25Q_{\max}$ ва $0,5Q_{\max}$ бўлганда қандай аниқликда ҳисобланади?

Ҳисоблаш: Сув ўтказгичдан ўтаётган сарф қуйидаги ифода орқали топилади

$$Q = 1,86bH^{3/2}$$

Сарфни аниқлашдаги нисбий хатолик

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta b}{b} + \frac{3}{2} \frac{\Delta H}{H}$$

Машқ шартига кўра

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{0,15}{45} + \frac{3}{2} \frac{0,0005}{H} = 0,00334 + \frac{0,00075}{H}$$

Бундан $\Delta Q/Q$ йўл қўйиладиган нисбий хатоликни ва ΔQ абсолют хатолик сарфда ўлчаш мумкин, берилган (8.6) ифода бўйича сарфлар учун тахминан напор аниқланиб олинади.

$$H = \left(\frac{Q}{1,86b} \right)^{2/3}$$

Ҳисоблар 8.11-жадвалда келтирилган.

8.11-жадвал

Сарф ҳисоби	H , м	$\frac{\Delta Q}{Q}$	ΔQ , л/сек
$Q_{\min} = 2$	0,018	0,045	0,09
$0,25Q_{\max} = 20$	0,083	0,012	0,025
$0,5Q_{\max} = 40$	0,1315	0,009	0,36
$Q_{\max} = 80$	0,2085	0,007	0,56

8.23-машқ.

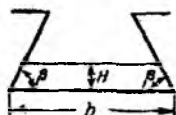
Агар H напор $\Delta H = 0,2$ м ли ўлчаш нинаси билан аниқланса, 8.22-машқда берилган трапециодал сув ўтказгич бўйича сарф ҳисобининг абсолют аниқлиги ΔQ нимага тенг бўлади?

Жавоб:

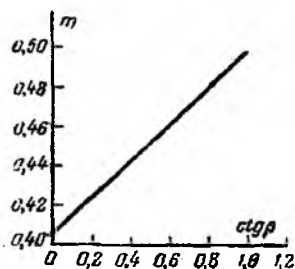
Q , л/сек	2,0	20,0	40,0	80,0
ΔQ , л/сек	0,04	0,14	0,22	0,38

8.24-машқ.

Каналдаги сарфни аниқлаш учун пропорционал сув ўтказгич қўйилган (8.23-расм), унинг туби бўйича кенглиги $b = 0,55$ м ва бурчаги $\beta = 60^\circ$. $Q_{\min} = 50$ л/сек дан $Q_{\max} = 200$ л/сек гача бўлган сарфлар диапазонида напор ўзгаришини аниқланг.



8.23-расм.



8.24-расм.

Ҳисоблаш: Пропорционал сув ўтказгичдан ўтаётган сарфни Железняков формуласидан фойдаланиб топамиз.

$$Q = m\sqrt{2g} \frac{b^{2.5}}{(\operatorname{ctg}\beta)^{3/2}} \left(0,5 \frac{\operatorname{ctg}\beta H}{b} - 0,025 \right)$$

Бундан напор

$$H = \frac{0,05b}{\operatorname{ctg}\beta} + \frac{2Q\sqrt{\operatorname{ctg}\beta}}{m\sqrt{2gb}\sqrt{b}}$$

Бунга машқдаги қийматларни қўйиб, сарф коэффициенти $m = 0,46$ графиги бўйича (8.24-расм, $\operatorname{ctg}60^\circ = 0,576$) қўйиб, қуйидагини оламиз.

$$H_{\min} = 0,139 \text{ м} = 13,9 \text{ см}$$

$$H_{\max} = 0,414 \text{ м} = 41,4 \text{ см}$$

8.25-машқ.

Агар сув ўтказгич олдидаги напор $H = 28$ см бўлса, пропорционал сув ўтказгич кенглиги $b = 45$ см ва бурчаги $\beta = 50^\circ$ бўлганда (8.20-расм) Q сарфни аниқлаш керак.

Жавоб: $Q = 89$ л/сек.

Кўрсатма: 8.24-машқ ечимига қаранг.

АМАЛИЙ ПРОФИЛЛИ СУВ ЎТКАЗГИЧЛАР

8.26-машқ.

Агар лойихаланган тўғон қиррасидаги напор $H = 2,5$ м бўлса, Кригер-Офицеров координатаси билан чизилган (тип I) амалий профили сув ўтказгичдан ўтаётган сарф Q ни аниқлаш керак. Сув ўтказгич кенглиги $b = 40$ м. Ён сиқилишсиз. Тўғон бошидаги тезлик $v_0 = 0,85$ м/сек. Сув ўтказгич кўмилмаган.

Жавоб: $Q = 350$ м³/сек.

8.27-машқ.

Агар напор лойихаланганга нисбатан паст ва тенг $H_1 = 1,8$ м бўлса 8.26-машқ шартига кўра қачон сув ўтказгичдан Q_1 сарф ўтишини аниқланг.

Жавоб: $Q_1 = 202$ м³/сек.

8.28-машқ.

Агар сув ўтказгичнинг кенглиги $b = 12,0$ м бўлса, Кригер-Офицеров координатаси (I тип) бўйича чизилган сув ўтказгичнинг қайси H напорига сарф $Q = 58,0$ м³/сек ўтишини аниқланг. Бунда яқинлашиш тезлиги $v_0 = 1,0$ м/сек. Ён сиқилишсиз ва кўмилмаган.

Жавоб: $H = 1,65$ м.

8.29-машқ.

Агар лойихаланган напор $H = 2,65$ м бўлса, $Q = 480$ м³/сек сарф ўтиши учун сув ўтказгич тўғон кенглиги b ни аниқланг. Сув ўтказгич Кригер-офицеров координатаси билан чизилган (I тип). Ён сиқилишсиз ва кўмилмаган. Сув ўтказгичга яқинлашиш тезлиги $v_0 = 1,22$ м/сек.

Жавоб: $b = 49,0$ м.

8.30-машқ.

Қуйидаги қийматлардан келиб чикиб, сув ўтказгичдан ўтаётган сарф Q ни аниқланг, бунда келтириш ўзани кенглиги $B=110$ м, ўзан трапециодал, қиялик 1:1, сув ўтказгич кенглиги $b=70$ м, тўғон баландлиги $P=8,0$ м, сув ўтказгич олдидаги чуқурлик $h_1=11,2$ м, охиридаги тэлик эса $h_2=4,2$ м. План бўйича қирғоқ шакли – тўғри бурчак. Сув ўтказгич Кригер-Офицеров координатаси бўйича чизилган (I тип).

Жавоб: $Q=870$ м³/сек.

8.31-машқ.

Кригер-офицеров координатаси (II тип) бўйича чизилган амалий профилли сув ўтказгичда H напорни аниқланг. Бунда лойиҳаланган сарф $Q=570$ м³/сек, сув ўтказгич тўртта бўлимдан ҳар бирининг кенглиги $b=10,0$ м, ажратилган таянч шакли яримциркул, яқинлашиш тезлиги $v_0=1,15$ м/сек.

Жавоб: $H=3,56$ м.

8.32-машқ.

Кригер-Офицеров координатаси бўйича (II тип) бўлган бир бўлимли тўғоннинг амалий профили сув ўтказгичидан ўтаётган Q сарфни қуйидаги шартларда аниқлаш керак: сув ўтказгич кенглиги $b=14,60$ м, сув ўтказгичдан кейинги сув чуқурлиги $h=5,80$ м, яқинлашиш тезлиги $v_0=1,20$ м/сек. Панда қирғоқ – тўғри бурчак шаклда.

Жавоб: $Q=144$ м³/сек.

8.33-машқ.

Дарё ўзанида кенглиги $B=34$ м ва қиялик коэффициент $m=1$ бўлган уч бўлимли тўғон баландлиги $P=60$ м бўлган сув ўтказгич лойиҳаланаёпти. Сарф ҳисоби $Q=170$ м³/сек. Тўғон қиррасида напор $H=2,0$ м. Тўғон бўлими кенглиги b ни аниқлаш керак. Таянч шакли – тўғри бурчак, тўғон боши I тип бўйича.

Жавоб: $b=9,50$ м.

8.34-машқ.

Агар нормал сарф $Q_n=4280$ м³/сек бўлганда тўғон олди ДНС белгиси 48,0 м бўлса (8.25-расм), сарф $Q_{\max}=5950$ м³/сек бўлганда тўғон олди ДЮСС белигисини аниқланг.

Тўғон 10 та бўлимдан иборат, ҳар бирининг кенглиги $b=18,0$ м, нормал сарф учун Кригер-Офицеров координатаси (I тип). Панда таянч шакли яримциркул. Тўғондан кейинги ўтганда сув белгиси тўғон қирраси

белигисидан паст. $Q_{н}$ сарфда яқинлашиш тезлиги $v_0 = 1,10$ м/сек, $Q_{макс}$ да тезлик $v_0 = 1,22$ м/сек.

Ҳисоблаш: Нормал сарфда напорни (8.7) ифода бўйича аниқлаймиз, ҳар бир бўлимдан кейин сарфни ҳисоблаб ва ён сиқилишни ҳисобга олмай

$$H_0^{3,2} = \frac{Q}{mb\sqrt{2g}} = \frac{428}{0,49 \cdot 18 \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 10,96; H_0 = 4,94 \text{ м}$$

Ён сиқилишни ҳисобга олиб (8.13) ифода бўйича

$$\varepsilon = 1 - a \frac{H_0}{b + H_0} = 1 - 0,11 \frac{4,94}{18 + 4,94} = 0,98;$$

$$b_e = b_c = 18 \cdot 0,98 = 17,6 \text{ м}$$

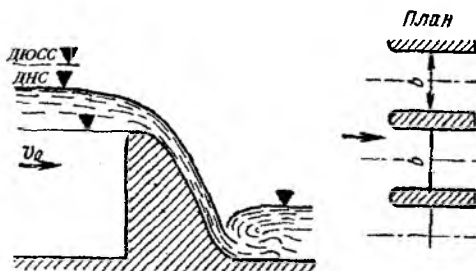
$$H_0^{3,2} = \frac{428}{0,49 \cdot 17,6 \sqrt{19,62}} = 11,25; H_0 = 5,02 \text{ м}$$

Яқинлашиш тезлигини ҳисобга олмасак,

$$H = H_0 - \frac{v_0^2}{2g} = 5,02 - \frac{1,10^2}{19,62} = 4,96 \text{ м}$$

Сув ўтказгич қирраси белгиси $48,0 - 4,96 = 43,04$ м. $Q_{макс}$ сарфда напорни аниқлаймиз, бунда бир бўлим ва биринчи яқинлашиш учун $m = 0,49$ ва $b_c = 17,6$ м оламиз:

$$H_0^{3,2} = \frac{595}{0,49 \cdot 17,6 \sqrt{19,62}} = 15,55; H_0 = 6,23 \text{ м}$$



8.25-расм.

Сарф коэффициенти (напор тўлмаслигига тўғрилаб, $H/H_{np} = 6,23 / 5,02 = 1,24 > 0,8$ бўлганда) 8.7-расмдаги график бўйича $m = 0,497$ (8.13) ифода бўйича ён сиқилишни ҳисобга олиб

$$\varepsilon = 1 - 0,11 \frac{6,23}{18 + 6,23} = 0,972$$

$$b_c = 18 \cdot 0,972 = 17,5 \text{ м}$$

Напор катталигини аниқлаб, m ва b тўғрилаганда қуйидагига эга бўламиз;

$$H_0^{3,2} = \frac{595}{0,497 \cdot 17,5 \sqrt{19,62}} = 15,45; H_0 = 6,20 \text{ м}$$

Яқинлашиш тезлигини ҳисобга олмасдан

$$H = 6,20 - \frac{1,22^2}{2 \cdot 9,81} = 6,12 \text{ м}$$

ДНС белгисига нисбатан $Q_{\text{макс}} = 5950 \text{ м}^3/\text{сек}$ да ДЮСС белгиси $43,04 + 6,12 = 49,16 \text{ м}$ тенг бўлади, демак $1,16 \text{ м}$ баланд.

8.35-машқ.

Беш бўлимли амалий профили тўғон тўсиғининг баландлиги $h_t = 2,8 \text{ м}$, киррада эса сув сатҳи белгиси $10,6 \text{ м}$. Битта бўлим кенглиги $b = 12,0 \text{ м}$. Таянч ва қирғоқ шакли яримциркул.

Аниқлаш керак:

1. Агар ЮБ сатҳи $13,8 \text{ м}$ гача кўтарилса, тўғондан ўтаётган $Q_{\text{макс}}$ сарфни;
2. Тўғоннинг $10,6 \text{ м}$ белгисига $Q_{\text{макс}}$ неча маротаба Q сарфдан катта.

Иккала ҳолатда тўсик тўлиқ очилган. Тўғон Кригер (I тип) бўйича $H_{\text{пр}} = H_{\text{макс}}$ учун чизилган. Яқинлашиш тезлигини $v_0 = 1,0 \text{ м/сек}$ қабул қилинган.

Иккала ҳолатда ПБ сатҳи – тўғон қиррасининг белгисидан пастда.

Кўрсатма: Q сарфни аниқлашда напор тўлиқ эмаслигини ҳисобга олинг.

Жавоб: 1) $Q_{\text{макс}} = 1870 \text{ м}^3/\text{сек}$; 2) $Q_{\text{макс}}/Q = 3,4$.

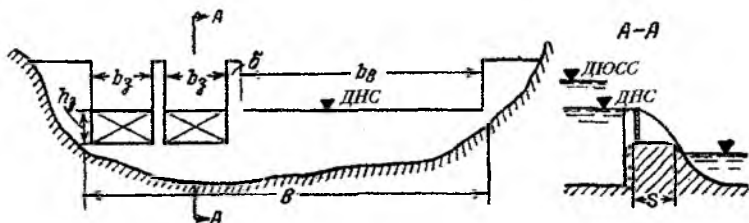
8.36-машқ.

Амалий профили сув ўтказгич (II тип)нинг ҳисобий шартларида қирранинг белгисини аниқлаш керак. Бунда бўлим кенглиги $b = 10 \text{ м}$, таянч шакли яримциркул, биринчи бўлимдан кейинги ҳисобий сарф $Q = 200 \text{ м}^3/\text{сек}$, ЮБ белгиси $18,50 \text{ м}$, ПБ белгиси $7,0 \text{ м}$, яқинлашиш тезлиги $v_0 = 1,25 \text{ м/сек}$.

Жавоб: Қирра белгиси $14,03 \text{ м}$.

8.37-машқ.

Тўғон иккита сув ўтказгич ва иккита тубдаги тиркишдан иборат бўлиб, тўсик билан тўсилган (8.23-расм). Сув ўтказгич кенглиги $b_{c,1} = 40 \text{ м}$, тиркиш кенглиги $b_2 = 8,0 \text{ м}$. Тўсик баландлиги $h_2 = 3,0 \text{ м}$. DNS белгиси 21 м . Сув ўтказгич Кригер (I тип) бўйича чизилган, таянч шакли яримциркул. Тиркиш қисмидаги қирранинг кенглиги $S = 4,0 \text{ м}$.



8.26-расм.

Аниқлаш керак:

1. Очик тиркиш ДНСдан ўтаётган Q_n сарфни ($v_0 = 1,0$ м/сек)
2. Тўсиклар тўлиқ очилганда $Q_{\max} = 200$ м³/сек, $v_0 = 1,4$ м/сек да ДЮССнинг қийматини

Иккала ҳолатда сув ўтказгичлар қўмилмаган.

Жавоб: 1) $Q_n = 72$ м³/сек; 2) ДЮСС белгиси 23,8 м.

8.38-машқ.

Амалий профилли сув ўтказгич тўғонининг горизонтал қўйилиши $S = 2,0$ м, қиррада 8 та бўлим бўлиб, ҳар бирининг кенглиги $b = 9$ м. Бўлимлар баландлиги $h = 3,5$ м тўсиклар билан тўсилган. Сув ўтказгич баландлиги $P = 7,0$ м. Таянч думалок.

Аниқлаш керак:

1. ДНС бўйича 1 та очик тўғон бўлимидан ўтаётган Q сарфни;
2. Агар $ПБ$ даги сув сатҳи тўғон қирраси белгисидан 2,5 м баланд ($v_0 = 1,08$ м/сек) бўлса, барча бўлимлар очик бўлганда ўтаётган сарф $Q_{\max} = 2060$ м³/сек да $H_{\max}$ напорни.

Жавоб: 1) $Q_{\max} = 114$ м³/сек; 2) $H_{\max} = 5,8$ м.

8.39-машқ.

Сув ўтказгич 6 бўлимли амалий профилли (II тип) бўлганда қирра белгисини аниқлаш керак. Бунда сарфи $Q_{\max} = 680$ м³/сек. ЮБ сатҳи 50,8 м ва яқинлашиш тезлиги $v_0 = 1,25$ м/сек да 1 та бўлим кенглиги $b = 7,5$ м.

Бўлимлар план бўйича тўғри бурчакли шаклда таянч билан ажратилган. Максимал сарфда $ПБ$ сатҳи 46,6 м.

Жавоб: Қирра белгиси 47,0 м.

8.40-машк.

Тўғондаги сув ўтказгичнинг ЮБда ДНС 36,5 м ни сақлаб турибди. Тошқин сарфи $Q_{\text{макс}} = 440 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда ЮБ да ДЮСС 38,0 м гача кўтарилади.

Агар тўсиқ ўлчови $2,5 \times 6,0 \text{ м}$ бўлса, тўғоннинг сув ўтказгич кенглиги ва тўсиқ бўлими сонини (8.23-расмдаги типга ўхшаш) аниқланг.

Асосий дарё ўзани кенглиги тўғонда $B = 70 \text{ м}$, туб белгиси 29,8 м, $Q_{\text{макс}}$ белгиси бўйича ПБС 33,6 м.

Ҳисоблаш: Тўғондаги яқинлашиш тезлиги (ЮБ оқими тўғри бурчак кўндаланг кесимли деб фараз қиламиз)

$$v = \frac{Q_{\text{макс}}}{w} = \frac{440}{70(38,0 - 29,8)} = 0,77 \text{ м/сек}$$

Сув ўтказгичда яқинлашиш тезлигини ҳисобга олганда олдинги напор

$$H_0 = (38,0 - 36,5) + \frac{0,77^2}{9,81} = 1,53 \text{ м}$$

Сув ўтказгичнинг 1 м масофасидаги сарф (8.7) ифода бўйича

$$q = m \sqrt{2gH_0} = 0,49 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,53^{3/2}} = 4,10 \text{ м}^3/\text{сек} \cdot \text{м}$$

Агар сув ўтказгич дарё кенглиги бўйича бўлса (тўсиқ бўлимисиз) унда сарф

$$Q = qB = 4,10 \cdot 70 = 286 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Ҳисобий сарф анча катта, шунинг учун тўсиқ тирқишлари зарур. ДЮСС бўлганда тўсиқ тирқишларидаги сарфни аниқлаймиз. Яқинлашиш тезлигини ҳисобга олганда тирқиш олдидаги напор

$$H_0 = (\nabla_{\text{ДБСС}} - \nabla_{\text{ДНС}}) + h + \frac{v_0^2}{2g} = (38,0 - 36,5) + 2,5 + \frac{0,77^2}{2 \cdot 9,81} = 4,03 \text{ м}.$$

Таянч думалок бўлганда сиқилиш коэффициенти (8.13) ифода бўйича

$$\varepsilon = 1 - 0,11 \frac{4,03}{6 + 4,03} = 0,96$$

Сиқилган кесимда оқим кенглиги

$$b_c = b\varepsilon = 6 \cdot 0,96 = 5,76 \text{ м}$$

Тирқишлар учун сарф коэффициенти (8.10) ифода бўйича аниқлаймиз, бунда қирранинг горизонтал соҳага яқинлашиши $S = h_s = 2,5 \text{ м}$ деб фараз қилсак,

$$m = 0,36 + 0,1 \frac{2,5 - \frac{S}{2S}}{1 + \frac{H}{H}} = 0,36 + 0,1 \frac{2,5 - \frac{4,03}{2 \cdot 2,5}}{1 + \frac{4,03}{4,03}} = 0,44.$$

Тиркиш кўмилмаган, сабаби ПБ белгиси 33,6 м, яъни тиркиш асосидан пастда (36,5-2,5=34,0) жойлашган. Тиркишдан ўтадиган сарф (8.7) ифода бўйича

$$Q = mb\sqrt{2gH_0^{3/2}} = 0,44 \cdot 5,76\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 4,03^{3/2}} = 91,0 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Учта тўсик тиркишларини олампиз, унда сув ўтказгич тўғон узунлиги b_a ни қуйидаги шартдан аниқлаймиз

$$Q_{\text{макс}} = 3Q_{\text{теп}} + qb_a$$

$$b_a = \frac{Q_{\text{макс}} - 3Q_{\text{теп}}}{q} = \frac{440 - 3 \cdot 91}{4,10} \approx 40,8 \text{ м}$$

Сув ўтказгичдаги ён сиқилиш коэффициентини (8.13) ифода бўйича

$$\varepsilon = 1 - 0,11 \frac{1,53}{43,2 + 1,53} = 0,996$$

Сиқилишни ҳисобга олиб

$$b = \frac{40,8}{0,996} = 41,0 \text{ м},$$

якуний қилиб, сув ўтказгичнинг кенглигини $b_a = 41,0 \text{ м}$ ва учта тўсик тиркишларининг ҳар бирини 6 м қабул қиламиз.

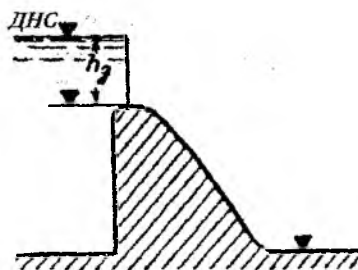
Агар таянч қалинлиги $\delta = 1$ бўлса, қирғок орасидаги тўғон узунлиги l :

$$l = b_a + 3b + 3\delta = 41,0 + 3 \cdot 6 + 3 \cdot 1 = 62,0 \text{ м}.$$

8.41-масқ.

Сув ўтказгич тўғон амалий профили (8.27-расм) тўсикли, қиррада ДНС сатҳи 30,6 м сақланиб турибди. Жами бўлиб, тўғонда 8 метрли 12 та бўлим мавжуд. Тўсик баландлиги h_s ва тўғон қирраси белгисини аниқлаш керак. Тўсиклар тўлиқ очилганда тошқин сарфи $Q_{\text{макс}} = 2500 \text{ м}^3/\text{сек}$. ДЮСС 31,8 м дан ўтсин. Таянч думалок. Тошқин тезлиги $v_0 = 2,0 \text{ м/сек}$ бўлганда ПБ 27,0 м. Туб белгиси 20,0 м.

Жавоб: Қирра белгиси 26,6 м. $h_s = 4,0 \text{ м}$.



8.27-расм.

8.42-машқ.

Амалий профили суи ўтказгич (боши I тип, 8.6-расм) ЮБнинг қайси белгисиди $Q_{\max} = 640 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарфли тошқин ўтади. Бунди ПБ белгиси 23,0 м. Суи ўтказгич кенглиги $b = 27,0 \text{ м}$, суи ўтказгич қирраси ДНС белгиси 21,0 м, туб белгиси 12,0 м, яқинлашиш тезлиги $v_0 = 2,0 \text{ м/сек}$.

Жавоб: ЮБ белгиси 25,78 м.

8.43-машқ.

Суи ўтказгичнинг берилган параметрларидан фойдаланиб, баландлик P ни аниқланг. Тўғон тошқинга ЮБС 42,0 м бўлганда $Q_{\text{тош}} = 380 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарфни ўтказадид. Максимал сарф 470 $Q_{\max} = 470 \text{ м}^3/\text{сек}$ ўтганда ЮБ суи сатҳи 43,0 белгидан ошмаслиги шарт. Тўғон боши $H_{\text{пр}} = H_{\text{тош}}$ бўйича I тип. Суи ўтказгич кенглиги $b = 35,0 \text{ м}$, дарё кенглиги $B = 50 \text{ м}$. Туб белгиси 32,0 м, ПБда тошқин белгиси 37,5 м, максимал сатҳ 39,1 м.

Ҳисоблаш: Тўғон олдида H напор ўтказаятган тошқин $Q = 380 \text{ м}^3/\text{сек}$ (8.7) ифода бўйича яқинлашишини аниқлаш керак ($H = H_0$, $m = \text{const}$).

$$H^{3,2} = \frac{Q}{mb\sqrt{2g}} = \frac{380}{0,49 \cdot 35\sqrt{2 \cdot 9,81}} = 5,0$$

Бунди қирра белгиси 42,0-2,92=39,08 м. Суи ўтказгич олдидаги максимал напор, $Q = 470 \text{ м}^3/\text{сек}$ суи ўтказганда

$$H_{\max}^{3,2} = \frac{470}{0,49 \cdot 35\sqrt{2 \cdot 9,81}} = 6,2; H_{\max} = 3,37 \text{ м}$$

Бунди қирра белгиси 43,0-3,37=39,63 м.

Суи ўтказгичнинг $Q_{\max}$ шартидан 39,63 м белгигача олиб борса бўлар эди, лекин унда $Q_{\text{тош}}$ сарф берилган ЮБ 42,0 м да ўтмас эди, шунинг учун суи ўтказгичнинг баландлигини $Q_{\text{тош}}$ сарф ўтказиш шартидан келиб чиқиб аниқлаймиз.

Суи ўтказгич тошқинига яқинлашиш тезлиги

$$v_0 = \frac{Q}{\omega} = \frac{380}{50(42 - 32)} = 0,76 \text{ м/сек}; \frac{v_0^2}{2g} = \frac{0,76^2}{19,62} = 0,03 \text{ м}.$$

Ён сикилиш коэффициенти (8.13) ифода бўйича

$$\varepsilon = 1 - 0,11 \frac{2,92}{2,92 + 35} = 0,992; b_e = 35 \cdot 0,992 = 34,7$$

Сикилишни ҳисобга олиб

$$H_0^{3,2} = \frac{380}{0,49 \cdot 34,7 \cdot 4,43} = 5,05; H_0 = 2,94 \text{ м}; H = 2,94 - 0,03 = 2,91 \text{ м}.$$

Сув ўтказгич киррасининг белгиси $42,0 - 2,91 = 39,09$ м.

Кўмилиш бўлмайди, бунда ПБ белгиси 37,5 м кирраси белгисидан пастда. $Q_{\text{макс}} = 470 \text{ м}^3/\text{сек}$ ўтганда лойихадагидан кўп.

$Q_{\text{макс}}/Q_{\text{тош}} = 3,37/2,91 = 1,16$ бўлганда, график (8.7-расм)дан $m = 0,495$ (I профил учун) топамиз.

Яқинлашиш тезлиги

$$v_0 = \frac{470}{50(43 - 32)} = 0,85 \text{ м/сек}; \quad \frac{v_0^2}{2g} \approx 0,04 \text{ м}$$

Ён сиқилиш коэффициенти

$$\epsilon = 1 - 0,11 \frac{3,37}{3,37 + 35} = 0,99; \quad b_c = 0,99 \cdot 35 = 34,7 \text{ м.}$$

$$H_0^{3/2} = \frac{470}{0,495 \cdot 34 \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 6,18; \quad H_0 = 3,37 \text{ м}; \quad H = 3,34 \text{ м.}$$

Бунда ЮБ сатхи $39,09 + 3,34 = 42,43$ м бўлади, бу эса максимал берилган сатҳ 43,0 м дан паст. $Q_{\text{макс}}$ да кўмилиш бўлмайди, чунки ПБ 39,10 м белгиси, сув ўтказгич кирраси ҳисобий белгиси 30,09 м дан баланд эмас.

Сув ўтказгичнинг баландлиги $P = 39,09 - 32,00 = 7,09$ м бўлади.

8.44-масқ.

Тўғон сув ўтказгич ва учта тиркишдан иборат бўлиб, тўсиқ билан тўсилган 8.23-расмдаги типдан. Сув ўтказгич узунлиги $b_0 = 60$ м. Сув ўтказгич киррасининг белгиси НПУ 10,0 м. Тиркиш кенглиги $B_{\text{теши}} = 7,0$ м, тўсиқ баландлиги $B_s = 2,0$ м. Сув ўтказгич кирраси тўсиқ остида горизонтал соҳага эга $S = 2,0$ м. Тўғон ЮБнинг қайси белгисидан $Q_{\text{нав}} = 570 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарфни ўтказиши. Тошқин пайтида ПБ 9,5 м. Туб белгиси 4,0 м; $v_0 = 1,4 \text{ м/сек}$. Қулфарлар тўлиқ очилган.

Жавоб: ЮБ сатҳи 11,6 м.



8.28-расм.

8.45-машқ.

Ён сиқилишсиз (8.28-расм) 8.12-жадвалда келтирилган ҳар хил ҳисоб шартларида сув ўтказгич тўғоннинг кенлиги B_0 ни аниқлаш керак. (14 вариантли ҳисобий шарт учун).

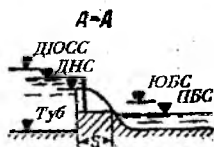
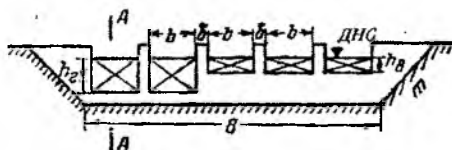
8.46-машқ. (14 та вариантли ҳисобий шарт учун).

Тўғоннинг ташлагич тирқишларидан ўтаётган Q сарфни аниқлаш керак (8.23-расм). Агар ДЮСС сув сатҳи 12,0 м бўлса, димланган нормал сатҳ ДНС 10 м бўлганда тўғоннинг тошқин пайтидаги $Q_{тош}$ сарфни аниқланг (тўсиқ ёпик). Вариантлар 8.13-жадвалда берилган.

Барча ҳисоб шартларида ПБ сатҳи тўсиқ асосидан паст. Сув ўтказгичнинг горизонтал кенлиги тирқишларида $S = h_3$ қабул қилинган. Яқинлашиш тезлигини ҳисобга олманг.

8.47-машқ.

Сув ўтказгич тўғон тўсиқлар билан тўсилган, ДНС сақлаб турувчи бешта бўлимдан иборат (8.29-расм). Учта тўсиқ сув ўтказгичнинг қиррасида, икkitаси чуқур бўлимларда қўйилган.



8.29-расм.

а) тўғоннинг қирраси учта бўлимидан ДНС бўлганда Q сарфни аниқланг (чуқур тирқишлар ёпилган); б) ДЮСС белгида барча тирқишлар очик. $Q_{тош}$ тошқин сарфини аниқланг.

Ҳисобий шарт.

Белгилар:

ДЮСС 16,5 м

ДНС 15,0 м

Сув ўтказгич қирраси 12,0 м

ПБ максимал сатҳи 10,5 м

ПБ нормал сатҳи 5,6 м

Туб 2,0 м

Қиррадаги тўсиқ баландлиги $h_a = 3,0$ м

Чуқурликдаги тўсиқ баландлиги $h_a = 7,0$ м

Бўлим кенлиги $b = 10,0$ м

Таянч қалинлиги $\delta = 2,5$ м

Таянч боши яримциркул
Дарё кенглиги
Қиялик коэффициенти

$$B = 63,0 \text{ м}$$

$$m = 1,0$$

Сув ўтказгич боши I тип (8.6-расм), профил Кригер бўйича максимал напор $H_{np} = (16,5 - 12,0) = 4,5 \text{ м}$ учун чизилган.

Ҳисоблаш:

а) Сув ўтказгичдан ўтаётган сарф (8.7) бўйича

$$Q = mb\sqrt{2gH_0^{3/2}}$$

Сув ўтказгичнинг киррасидаги напор $H = h_0 = 3,0 \text{ м}$

лойихалангандан кам $H_{np} = 4,5 \text{ м}$, ваҳоланки $\frac{H}{H_{np}} = \frac{3,0}{4,5} = 0,67$. График

бўйича (8.7-расм) сарф коэффициенти $m = 0,466$ топамиз.

8.12-жадвал

Белги	Вариантлар													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$Q, \text{ м}^3/\text{сек}$	74	58	100	70	140	68	92	151	150	107	213	175	300	300
ДНС	10,0	12,0	12,0	13,0	13,0	14,0	14,0	15,0	15,0	16,0	16,0	17,0	17,0	18,0
ДЮСС	12,0	13,5	13,8	14,3	14,8	15,3	15,5	16,8	16,7	17,5	17,8	18,7	19,2	20,1
Туб белгиси	5,0	6,0	6,0	7,0	7,5	7,5	8,0	8,0	8,2	8,0	9,0	10,5	10,0	9,0
ПВС	11,0	12,5	12,8	13,6	13,7	13,0	14,1	15,5	14,6	16,2	16,6	16,0	17,7	19,0
$v_0, \text{ м/сек}$	1,0	1,0	1,4	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Жавоблар														
$b_0, \text{ м}$	12,0	14,0	18,0	20,0	25,0	19,0	22,0	28,0	30,0	32,0	35,0	31,0	37,7	40,8

8.13-жадвал

Белги	Вариантлар													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сув ўтказгич кенглиги $b_0, \text{ м}$	12	14	16	18	20	22	25	28	30	32	35	38	40	45
Тўсик кенглиги $b_1, \text{ м}$	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8
Тиркишлар сони n	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2
Тўсик баланглиги $h_1, \text{ м}$	1,5	1,8	1,5	1,8	2,0	2,5	2,8	2,0	2,5	2,8	2,5	3,0	2,5	3,0
Бўлим ус-тун коэфф. α	0,11	0,11	0,11	0,11	0,20	0,20	0,20	0,06	0,06	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11
Жавоблар														
$Q, \text{ м}^3/\text{сек}$	19	25	26	34	73	100	119	61	85	100	146	192	112	147
$Q_{\text{м}}, \text{ м}^3/\text{сек}$	149	170	200	223	342	389	433	362	404	439	595	673	534	612

Сикилиш коэффициенти (8.13) ифода бўйича $a=0,11$ учун (8.9-расмга) аниқлаймиз

$$\varepsilon = 1 - 0,11 \frac{3}{10 + 3} = 0,975; b_e = b_c = 10 \cdot 0,975 = 9,75 \text{ м}$$

Учта бўлимдан ўтаётган сарф, яқинлашиш тезлигини ҳисобга олмасдан:

$$Q_1 = 3 \cdot 0,466 \cdot 9,075 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3^3} = 314 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Яқинлашиш тезлиги

$$v = \frac{Q}{\omega (B + mh)h} = \frac{314}{(63 + 1 \cdot 13,0)13,0} = 0,32 \text{ м/сек}$$

$$\text{Тезлик напори } \frac{v^2}{2g} = \frac{0,32^2}{2 \cdot 9,81} = 0,005 < 1 \text{ см ни ҳисобга олинмайди.}$$

б) Сув ўтказгич қиррасидаги напор ДЮСС белгида 16,5 м $H = 4,5$ м бўлади, сикилиш коэффициенти бунда

$$\varepsilon = 1 - 0,11 \frac{4,5}{10 + 4,5} = 0,966; b_e = 10 \cdot 0,966 = 9,66 \text{ м.}$$

Учта бўлимдан ўтадиган сарф, яқинлашиш тезлигини ҳисобга олмасдан:

$$Q_2 = 3 \cdot 0,49 \cdot 9,66 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 4,5^3} = 600 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Чуқур тиркишлар олдидаги напор ДЮСС белгида $H = 8,5$ м бўлади. Сув ўтказгич остонасининг кенглигини $S = 8,0$ м қабул қиламиз (Критер бўйича профилга мос). Кириш шаклини тўғри бурчакли, (8.11) ифода бўйича аниқлаймиз

$$m = 0,42 \left(0,7 + 0,185 \frac{8,5}{8,0} \right) = 0,376$$

Сикилиш коэффициенти (8.13) ифода бўйича

$$\varepsilon = 1 - 0,11 \frac{8,5}{10 + 8,5} = 0,95; b_e = 10 \cdot 0,95 = 9,5 \text{ м.}$$

ПБ сатҳи тошқин пайтида остонадан баланд бўлганлиги сабабли, чуқур тиркишларнинг кўмилишини текшираамиз

$$\frac{H}{P} = \frac{8,5}{6} = 1,42$$

График бўйича (8.10-расм) $m = 0,376$ учун $(z/P)_{np} = 0,85$ топамиз.

Ҳақиқий нисбий шаршара $\frac{z}{P} = \frac{6,0}{6,0} = 1,0 > 0,85$ бўлганда кўмилиш бўлмайди.

Иккита чукур тиркишлардан ўтадиган сарф (v_0 ни ҳисобга олмасдан)

$$Q_3 = 2 \cdot 0,376 \cdot 9,5 \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 8,5^3 = 782 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Сарф йиғиндиси

$$Q_2 + Q_3 = 606 + 782 = 1382 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Тўғонга яқинлашиш тезлиги

$$v_0 = \frac{1382}{(63 + 1 \cdot 14,5)14,5} = 1,23 \text{ м/сек}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = \frac{1,23^2}{2 \cdot 9,81} = 0,08 \text{ м}$$

Қиррадаги тиркишдан ўтадиган сарф яқинлашиш тезлиги билан

$$Q_2 = 3 \cdot 0,49 \cdot 9,66 \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 4,58^3 = 616 \text{ м}^3/\text{сек}$$

чукур тиркишлардан ўтадиган сарф

$$Q_3 = 2 \cdot 0,376 \cdot 9,5 \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 8,58^3 = 794 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Тошқин сарф йиғиндиси яқинлашиш тезлиги билан

$$Q_n = Q_2 + Q_3 = 616 + 794 = 1410 \text{ м}^3/\text{сек}$$

бунда тезлик $v_0 = 1,23 \text{ м/сек}$ ва $v_0/2g = 0,23 \text{ м}$.

8.48-машқ.

Тўғон створίδαдаги дарё кенглиги $B = 60 \text{ м}$. Тўғон яхлит сув ўтказгич қисми ва тиркишдан иборат, тўсиклар билан тўсилган (8.26-расмда кўрсатилган тип). Таянчлар тўғри бурчакли ($\delta = 1,5 \text{ м}$), ДНС белгиси $12,0 \text{ м}$. Тошқин сарф ўтказиши $Q_{\text{макс}} = 760 \text{ м}^3/\text{сек}$, ДЮСС белгиси $14,5 \text{ м}$, яқинлашиш тезлиги $v_0 = 1,25 \text{ м/сек}$. Тўғоннинг яхлит сув ўтказгич қисми узунлиги ва ўлчами $b = 6,0 \text{ м}$ ва $h = 2,5 \text{ м}$ бўлган тўсик сонларини аниқлаш талаб қилинади.

Жавоб: $b_0 = 28,5 \text{ м}$; $n = 4$.

8.49-машқ.

Сув ўтказгич тўғон ДНС $20,0 \text{ м}$ белгини ушлаб турибди (8.27-расм). $Q_{\text{макс}} = 1080 \text{ м}^3/\text{сек}$, ДЮСС $21,8 \text{ м}$ ва сатҳ белгиси ПБ $18,0 \text{ м}$ дан ўтмоқда.

1) Агар бўлим ўлчами: $b = 8,0 \text{ м}$; $h_s = 3,0 \text{ м}$ ва Q_n сарф ўтганда тўғоннинг ташлама тиркишлар n сонини аниқланг.

2) Ҳалоқатли сарф $Q_{\text{хал}} = 1250 \text{ м}^3/\text{сек}$ ва ПБ да ЮСС белгиси $19,5 \text{ м}$ бўлганда ЮБ белгисини аниқланг.

Таянчлар шакли яримциркул, лойиха напори Q_n бўлганда, яқинлашиш тезлиги $v_n = 1,4 \text{ м/сек}$, $v_{\text{хал}} = 2,0 \text{ м/сек}$, туб белгиси $10,0 \text{ м}$.

Жавоб: 1) $n = 6$, 2) ЮБ белгиси $22,25 \text{ м}$.

8.50-машқ.

Кенглиги $b=5,0$ м бўлган тўғоннинг эгри амалий профили бўлимидан ўтаётган сарф напори $H_0=2,5$ м бўлганда таккослаш керак (8.6, 8.9-расм).

Бош қисми I тип

- 1) Таянч тўғри бурчак
- 2) Таянч думалок
- 3) Эгри ўткир

Бош қисми II тип

- 4) таянчлар ўша ҳолда
- 5) таянчлар ўша ҳолда
- 6) таянчлар ўша ҳолда

Жавоб: $Q_1=40,0$ м³/сек, $Q_2=41,3$ м³/сек, $Q_3=42,0$ м³/сек,
 $Q_4=39,2$ м³/сек, $Q_5=40,4$

КЕНГ ОСТОНАЛИ СУВ ЎЛЧАГИЧ

8.51-машқ.

Агар $H=0,85$ м, $P=0,50$ м, $h_0=1,12$ м, сув ўтказгич кенглиги келтириш канали кенглигига тенг бўлса ($b=1,28$ м), кенг остонали сув ўлчагичдан ўтаётган сарфни аниқлаш керак (8.30-расм).

Ҳисоблаш: Биринчи яқинлашишда сарфни аниқлаймиз. Бунда келиш тезлигини ҳисобга олмаймиз. Сув ўтказгич кўмилмаган, (8.14) ифода бўйича



8.30-расм.

$$Q = mb\sqrt{2g}H^{3/2} = 0,35 \cdot 1,28 \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 0,85^{3/2} = 1,985 \cdot 0,85^{3/2} = 1,55 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Киришдаги қирра тўғри бурчакли $\frac{P}{H} = \frac{0,5}{0,85} \approx 0,6$ бўлгани учун

8.5-жадвалга асосан сарф коэффициенти $m=0,35$.

Келиш тезлиги

$$v_0 = \frac{Q}{b(H+P)} = \frac{1,55}{1,28(0,85+0,50)} = \frac{1,55}{1,73} = 0,90 \text{ м/сек}$$

Келиш тезлигини ҳисобга олганда

$$H_0 = H + \frac{v_0^2}{2g} = 0,85 + \frac{0,90^2}{2 \cdot 9,81} = 0,89 \text{ м.}$$

Иккинчи яқинлашишдаги сарф

$$Q = 1,985 \cdot 0,89^{3/2} = 1,67 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Бунда келиш тезлиги

$$v_0 = \frac{1,67}{1,73} = 0,97 \text{ м/сек}; \quad \frac{v_0^2}{2g} = 0,047 \text{ м}$$

Учинчи яқинлашишда сарфни $Q = 1,985 \cdot 0,90^{3,2} = 1,69 \text{ м}^3/\text{сек}$ тўғри деб қабул қилсак, кейинги яқинлашишларда ҳам бу натижани ўзгартирмайди.

Қўмилишни текшираемиз. Остонадаги ЛБС

$$\Delta = h_b - P = 1,12 - 0,50 = 0,62 \text{ м.}$$

8.7-жадвал бўйича $m = 0,35$ бўлганда $K_2 = 0,83$ га тенг. Муносабат

$$\frac{\Delta}{H_0} = \frac{0,62}{0,90} = 0,69$$

$K_2 > \frac{\Delta}{H_0}$ эга бўлганда сув ўтказгич қўмилмаган.

8.52-машқ.

8.51-машқ шартига қўра, кенг остонали сув ўлчагичдан ўтаётган сарф Q ни аниқлаш керак (8.27-расм).

Жавоб: $Q = 1,58 \text{ м}^3/\text{сек.}$

8.53-машқ.

Кенг остонали сув ўтказгич олдидаги H напорни қуйида берилган қийматларга асосан аниқлаш керак (8.30-расм). $Q = 12,0 \text{ м}^3/\text{сек.}$, $b_e = b_n = 4,8 \text{ м.}$, $P = 0,80 \text{ м.}$, $h_e = 1,73 \text{ м.}$ кириш қирраси юмалок.

Жавоб: $H = 1,25 \text{ м.}$

8.54-машқ.

Ён сикилишсиз кенг остонали сув ўлчагичнинг кенглиги b ни аниқлаш керак: сарф $Q = 22,0 \text{ м}^3/\text{сек.}$, $P = 3,40 \text{ м.}$, $H = 0,86 \text{ м.}$ остонанинг кириш қирраси юмалок. Шу билан бирга h_e нинг қайси чуқурлигида сув ўтказгич қўмилмаган бўлади.

Жавоб: $b = 17,3 \text{ м.}$, $h_e = 4,10 \text{ м.}$

8.55-машқ.

Агар сув ўлчагичдан олдинги трапециодал каналда чуқурлик $h_1 = 2,40 \text{ м.}$ сув ўлчагичдан кейин $h_2 = 1,60 \text{ м.}$ канал кенглигининг туби бўйича $h_e = 3,0 \text{ м.}$ қиялик 1,5. Сув ўлчагичдаги сарф $Q = 4,20 \text{ м}^3/\text{сек.}$ сув ўтказгич кенглиги $b = 2,0 \text{ м.}$ бўлса, сув ўтказгич остонаси баландлиги P ни аниқланг. Кириш шакли тўғри бурчакли.

Жавоб: $P = 1,08 \text{ м.}$

8.56-машқ.

Трапециодал каналга кенг остонали сув ўтказгич лойихаланаёти. Агар сув ўтказгич олдидаги канал чуқурлиги $h_1 = 2,8$ м, сув ўлчагичдан кейин $h_2 = 2,0$ м, канал кенглиги туби бўйича кенглиги $b_s = 4,0$ м, қиялик 1,0, остона баландлиги $P = 1,0$ м бўлса, сув ўлчагичнинг b_a ва $Q = 11,0$ м³/сек сарф ўтказишини аниқланг. Кириш шакли текис думалок ($m = 0,36$).

Жавоб: $b_a = 2,82$ м.

8.57-машқ.

Кенглиги $b = 5,0$ м ли сув ўтказгич остона баландлиги $P = 1,0$ м. Сув ўтказгич олдидаги чуқурлик $h_1 = 2,65$ м = const. Кириш қисми тўғри бурчакли ва профили 8.27-расмда кўрсатилган. Ён сиқилиш йўқ. Иккита шартда сув ўлчагичдан кейинги чуқурлик $h_2 = 2,0$ м ва $h_2 = 2,55$ м.

Ҳисоблаш: биринчи яқинлашишда $H \approx H_0 = h_1 - P = 2,65 - 1,0 = 1,65$ м.

8.5-жадвал бўйича $\frac{P}{H} = \frac{1}{1,65} = 0,6$ бўлганда $m = 0,35$ ни топамиз.

$h_2 = 2,0$ м сув ўлчагичдан кейинги чуқурликда кўмилишни текшираимиз

$$\Delta = h_2 - P = 2,0 - 1,0 = 1,0 \text{ м,}$$

$$\frac{\Delta}{H} = \frac{1}{1,65} = 0,6 < K_2 = 0,83$$

(K_2 коэффициентни $m = 0,35$ учун 8.7-жадвалдан топамиз). Сув ўтказгич кўмилган. Сарфни (8.14) ифода орқали топамиз.

$$Q = mb\sqrt{2gH^{3/2}} = 0,35 \cdot 5 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,65^{3/2}} = 16,45 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Келиш тезлиги

$$v = \frac{Q}{bh} = \frac{16,45}{5 \cdot 2,65} = 1,24 \text{ м/сек; } \frac{v^2}{2g} = 0,08 \text{ м.}$$

(8.14) бўйича сарфни ҳисоблашда келиш тезлиги билан $Q = 17,7$ м³/сек қийматни оламиз, бунда тезлик $v_0 = 1,34$ м/сек, $v_0^2/2g = 0,09$ м.

$Q = 17,9$ м³/сек сарфни иккинчи аниқлашда оламиз, бундан $v_0 = 1,35$ м/сек;

Сув ўлчагичдан кейинги $h_2 = 2,55$ м чуқурликда кўмилишни текшираимиз, келиш тезлиги номаллум, кўмилиш бўлганда сарф камаяди.

Тезлик напорини $v_0^2/2g \approx 0,08$ кабул киламиз, унда $H_0 = 1,73$ м,
 $\Delta = h_0 - P = 2,55 - 1,0 = 1,55$ м, $\frac{\Delta}{H_0} = \frac{1,55}{1,73} = 0,9 > K_2$, сув ўтказгич қўмилган.

$$\Omega_{нб} = 5 \cdot 2,55 = 12,7 \text{ м}^2; \varepsilon = \frac{b\Delta}{\Omega_{нб}} = \frac{5 \cdot 1,55}{12,7} = 0,61$$

8.8-жадвалдан $\sigma_n = 0,92$ кийматни топамиз. Сарфни (8.15) ифода бўйича $Q = \sigma_n m b \sqrt{2g H_0^{3,2}} = 0,92 \cdot 0,35 \cdot 5 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,73^{3,2}} = 16,2 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Бунда тезлик

$$v_0 = \frac{16,2}{5 \cdot 2,65} = 1,23 \text{ м/сек}; \frac{v_0^2}{2g} \approx 0,08 \text{ м}.$$

Сув ўлчагичдан кейин $h_0 = 2,55$ м чуқурликда $Q = 16,2 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарф бўлади.

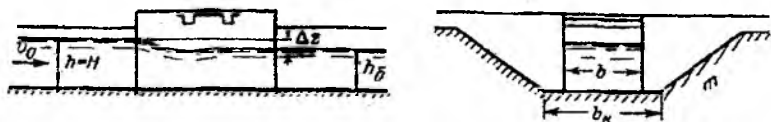
8.58-машқ.

Агар сув ўтказгич олдидаги чуқурлик $h_1 = 2,91$ м, остонанинг кириш кирраси юмалоқ, баландлиги $P = 2,0$ м бўлса, кенг остонали сув ўлчагичдан $Q = 5,25 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарфни ўтказиш учун унинг кенглиги b ни аниқланг. Сув ўлчагичдан кейинги чуқурлик $h_0 = 2,8$ м. Ён сиқилиш йўқ.

Жавоб: $b = 3,95$ м.

8.59-машқ.

Куйидаги параметрлар берилган бўлса, трапециодал каналнинг таянч қўприклари орасидаги кенглиги b ни аниқланг. Канал сув сарфи $Q = 14,8 \text{ м}^3/\text{сек}$, $h_0 = 1,9$ м, $m = 1,5$, канал кенглиги туби бўйича $b_k = 7,0$ м, қўприк таянч шакли планда тўғри бурчакли. Қўприк олдида димланиши $\Delta z = 0,20$ м дан ошмаслиги керак (8.31-расм).



8.31-расм.

Ҳисоблаш: Таянч орасидаги сув ҳаракати кенг остонали сув ўлчагичдагидек $P = 0$ бўлади. Берилган димланишда Δz қўприк олдидаги чуқурлик (ҳозирги ҳолатда H напор) куйидагича бўлади.

$$H = h_0 + \Delta z = 1,90 + 0,20 = 2,10 \text{ м}$$

Келиш тезлиги

$$v_0 = \frac{Q}{\omega} = \frac{Q}{(b_k + mH)H} = \frac{14,8}{(7,0 + 1,5 \cdot 2,10)2,10} = 0,69 \text{ м/сек}$$
$$\frac{v_0^2}{2g} = \frac{0,69^2}{2 \cdot 9,81} = 0,02 \text{ м}, H_0 = 2,10 + 0,02 = 2,12 \text{ м}$$

$b/b_k = 0,5$ олиб, 8.6-жадвалдан $m = 0,344$ ни топамиз. Кўмилишни текшириш учун 8.7-жадвалдан $m = 0,344$ учун $K_2 = 0,86$ қийматни топамиз

$$K_2 H_0 = 0,86 \cdot 2,12 = 1,82 \text{ м}$$

$$\Delta = h_0 - P = 1,90 - 0 = 1,90 \text{ м}$$

$K_2 H_0 < \Delta$ сув ўтказгич қўмилган.

$$\frac{\Delta}{H_0} = \frac{1,90}{2,12} = 0,9$$

бўйича ва

$$\varepsilon = \frac{b\Delta}{\Omega_{нб}} = \frac{3,50 \cdot 1,9}{(7,0 + 1,5 \cdot 1,9)1,9} = 0,355$$

8.8-жадвалдан ($b = b_k/2$ дан тахминан) $\sigma_n = 0,91$ қийматни топамиз.
(8.15) ифодадан бўлим кенглигини топамиз

$$b = \frac{Q}{\sigma_n m \sqrt{2gH_0^{3/2}}} = \frac{14,8}{0,91 \cdot 0,344 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2,12^{3/2}}} = 3,55 \text{ м.}$$

Аниқ ҳисоб талаб қилинмайди, мўлжалдаги b/b_k муносабатда бўлим кенглиги $b = 3,55 \text{ м}$ тўғри.

8.60-машқ.

Бир бўлимли кўприк олдидаги канал чуқурлиги h ни аниқланг (8.31-расм). Бўлим кенглиги $b = 4,25 \text{ м}$, кўприк таянч шакли думалок, канал сарфи $Q = 16,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, канал кенглиги $b_k = 7,0 \text{ м}$, қиялик $m = 2,0$, кўприкдан кейинги чуқурлик $h_0 = 1,3 \text{ м}$.

Жавоб: $h = 1,72 \text{ м}$.

8.61-машқ.

Қуйидаги параметрлар берилган бўлса, кўприк остидаги бўлим қанча сарф ўтказишини аниқланг (8.31-расм): унинг кенглиги $b = 2,5 \text{ м}$, кўприк олди чуқурлиги $h = 1,80 \text{ м}$, кейин $h_0 = 1,45 \text{ м}$, канал кенглиги $b_k = 3,60 \text{ м}$, қиялик 1,5. Таянч тўғри бурчакли.

Жавоб: $Q = 9,60 \text{ м}^3/\text{сек}$.

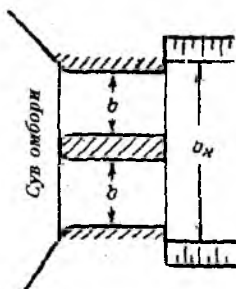
8.62-машқ.

Канал кўпригининг таянч орасидаги бўлим кенглиги $b = 2,40$ м (8.31-расм). Каналдаги оддий чуқурлик $h_0 = 1,0$ м. Туб бўйича кенглиги $b_k = 4,5$ м, қиялик 1,0. Канал олдидаги сув сатҳи Δz $Q_{\max} = 5,6$ м³/сек сарфдан ошишини аниқлаймиз. Таянч юқори қисми думалоқ шаклда.

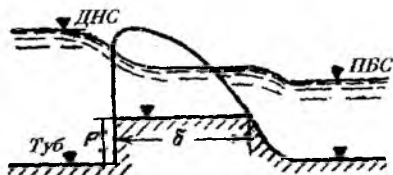
Жавоб: $\Delta z = 0,29$ м.

8.63-машқ.

Магистрал каналдаги бош бошқаргичда иккита бўлим мавжуд. Ҳар бирининг кенглиги $b = 5,0$ м (8.32-расм). Бошқариш остонаси юзаси канал туби билан ва сув омбори белгиси 0 га тенг. Каналнинг туби бўйича кенглиги $b_k = 13,0$ м ва қиялик 1,5. Сув омборда сув сатҳи 3,0 м ва каналда 2,7 м бўлганда бошқаришдан ўтаётган Q сарфни аниқланг.



8.32-расм.



8.33-расм.

Ҳисоблаш: Бошқаргични кенг остонали сув ўлчагичдек ҳисоблаймиз.

8.6-жадвалдан $\frac{b}{B} = \frac{10}{\infty} = 0$ бўйича сарф коэффициентини қиймати $m = 0,35$ ни топамиз.

8.7-жадвалдан коэффициент $m = 0,35$ га $K_2 = 0,83$ га мос.

$\frac{\Delta}{H} = \frac{2,7}{3,0} = 0,90 > 0,83$ муносабатдан сув ўтказгич қўмилганлиги билиниб

турибди. 8.8-жадвалдан $\varepsilon = \frac{b\Delta}{\Omega_{\text{ПВ}}} = \frac{10 \cdot 2,7}{(13 + 1,5 \cdot 3)3} = 0,515$ ва $\frac{\Delta}{H} = 0,90$ бўйича

қўмилганлик коэффициентини $\sigma_k = 0,91$ ни топамиз. 8.15 ифода бўйича сарф:

$$Q = m \sigma_k b \sqrt{2gH_0^3} = 0,35 \cdot 0,91 \cdot 10 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3^3} = 73,5 \text{ м}^3/\text{сек}$$

бунда $H_0 = H$, сув омбори олд қисми бошқаришдаги тезлик $v_0 = 0$.

8.64-машқ.

Агар бошқаргич олдидаги сув сатхи 15,0 м, бошқаргичдан кейин 14,8 м, остона белгиси 13,0 м, остона баландлиги $P = 0$ бўлса, магистрал канал бошида $Q = 30 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарфни ўтказиши учун икки бўлимли бошқаргичнинг бўлим кенглиги b ни аниқланг. Канал туби кенглиги бўйича $b_k = 9,0 \text{ м}$, қиялик 2,0 (8.32-расм).

Жавоб: $b = 3,70 \text{ м}$.

8.65-машқ.

Магистрал каналнинг бошқаргичида тўсиқлар тўлиқ очилган ва ундан Q сарф ўтмоқда. Магистрал каналдаги бошқаргич олдидаги сув сатхи 6,0 м, канал бошқаргичидан кейин 5,75 м, остона белгиси 3,5 м. Остона баландлиги $P = 0$.

Хар хил сарфларда ва канал ўлчамларида, 8.14-жадвалда келтирилган бошқаргичдаги бўлимлар сони n ва b кенглигини топинг.

Битта бўлим кенглиги 4,0 м дан ошмасин.

Кўрсатма: 8.32-расмда сув омборидаги бошқаргичнинг схемаси кўрсатилган. Масала шартларига кўра, бошқаргичнинг олдида кенглиги b_k ва қиялик коэффициенти m бўлган олиб келувчи канал қўйиш кўзда тутилган.

8.66-машқ.

8.33-расмда кўрсатилган тўғон туби туширгичининг ўтказиш қобилиятини аниқланг. ДНС белгиси 49,6 м, ПБС 46,7 м, туби 41,5 м, остонаси 44,5 м. Сув туширгич кенглиги $b = 7,5 \text{ м}$, ён сиқилиш йўқ. Остона кенглиги $\delta = 12,0 \text{ м}$.

Жавоб: $Q = 145 \text{ м}^3/\text{сек}$.

8.67-машқ.

8.66-машқ шартига кўра, агар ўтказиш қобилиятини 20% оширилса (бунда ДНС белгиси ва ПБС ўзгармайди), тубий туширгичнинг остона белгиси қандай бўлиши кераклигини аниқланг (8.33-расм).

Жавоб: остона белгиси 44,06 м.

8.68-машқ.

8.33-расмда кўрсатилган қуйидаги параметрлари берилган тубий туширгичнинг бўлим кенглиги b ни аниқланг: сарфи $Q = 110 \text{ м}^3/\text{сек}$, ДНС 10 м, туби 4,1 м, остонаси 6,3 м, ПБС 7,2 м. Остонанинг кириш қиялиги $\theta = 45^\circ$. Ён сиқилишсиз.

Жавоб: $b = 9,2 \text{ м}$.

8.69-машқ.

Тўғон тубий туширгич кенглиги $b = 7,15$ м, $Q = 100$ м³/сек сарфни ўтказиши керак. Тубий туширгич остонаси белгисини аниқланг. Бунда ДНС 18,8 м, туби 10 м, ПБС 16,0 м, ён сиқилиш йўқ.

Жавоб: остона белгиси 13,8 м.

8.70-машқ. (14 вариантли ҳисоб шарти)

Тўғонга тубий тўсик туширгичлар қўйилган (8.33-расм). 8.15-жадвалда берилган шартлар талаб қилинади (тўсиклар тўлиқ очилган).

- 1) Бўлим кенглиги b ни ва тўғон олдидаги ДНС белгисида бир бўлимдан кейин Q сарф ўтказишни таъминлаш учун сув туширгич остонасининг баландлиги P ни аниқланг.
- 2) Агар тўғон олди ДЮСС ва тўғондан кейин ПБС максимал белгилар бўлса, олинган остона баландлигидан P бир бўлимда тошқин пайтидаги сарфни аниқланг. Туб белгиси 0, ён сиқилиш йўқ.

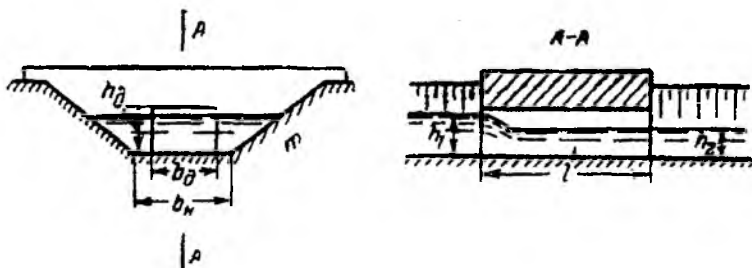
8.71-машқ.

8.34-расмда берилган қўндаланг кесими тўғри бурчакли бўлган дюкердан ўтувчи сув сарфини аниқланг. Дюкерга олиб келувчи ва олиб кетувчи канал кесими трапециодал, канал туби чуқурлиги $b_t = 12,0$ м, қиялик коэффиценти $m = 1,5$.

Дюкер олдидаги каналнинг чуқурлиги $h_1 = 1,7$ м, дюкердан кейинги каналнинг чуқурлиги $h_2 = 1,33$ м, дюкер кенглиги $b_d = 3,5$ м, баландлиги $h_d = 1,8$ м, узунлиги $l_d = 6,0$ м. Дюкернинг бош қисми планда қўриниши эгри чизикли.

Ҳисоблаш:

Дюкер баландлиги каналдаги сув баландлигидан катта бўлганлиги учун дюкер босимсиз. Сув сарфини кенг остонали ($l \approx 4H$) сув ўтказишнинг ёнлама сиқилиши $P = 0$ шароит учун аниқлаймиз.



8.34-расм.

8.14-жадвал

Белги	Вариантлар													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$Q, \text{ м}^3/\text{сек}$	17,2	20,8	21,4	22,4	28,7	35,0	39,8	44,0	46,5	56,5	63,0	70,0	73,5	88,0
$b, \text{ м}$	6	5	8	9	10	10	12	13	15	15	16	16	20	20
T	1	2	1,5	1,5	1,5	2	2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2
Жавоблар														
$b, \text{ м}$	2,90	3,40	3,68	3,86	2x2,39	2x2,83	2x3,19	2x3,55	3x3,73	2x2,93	3x3,2	3x3,5	3x3,8	3x3,4

8.15-жадвал

Белги	Вариантлар													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$b_n, \text{ м}$	6,0	6,5	7,0	7,2	7,4	7,5	7,8	8,0	8,2	8,4	8,5	8,8	9,0	9,2
ДНС	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8
ПБС	1,5	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	2,8	3,0	3,0	3,2	3,2	3,8	3,9	3,5
$Q_n, \text{ м}^3/\text{сек}$	54	58	54	67	68,5	47,2	71	64,5	78	79,5	72,0	125,5	98,5	95,5
ДЮСС	5,6	5,6	5,8	5,7	6,0	6,4	6,8	6,5	6,4	7,0	6,8	6,3	6,4	6,8
Максимал ПБС	2,8	2,7	2,8	3,6	3,8	4,5	4,9	5,0	5,0	5,4	5,2	4,8	4,9	5,2
Жавоблар														
$P, \text{ м}$	1,5	1,6	1,9	1,7	1,8	2,5	2,0	2,3	2,1	2,2	2,5	1,6	2,2	2,4
$Q_n, \text{ м}^3/\text{сек}$	91,0	92	94	102	113	96,5	145,5	118	126	155	128	163	133	144,5

Биринчи яқинлашишда, сув тезлигини ҳисобга олмаганда, сув ўлчагични қўмилмаган деб қараб, (8.14) ифода ёрдамида аниқлаймиз:

$$Q = mb\sqrt{2gH^{3/2}} = 0,357 \cdot 3,5\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,7^{3/2}} = 12,25 \text{ м}^3/\text{сек}$$

бунда $m = 0,357$, 8.6-жадвал ёрдамида $\frac{b_0}{b_k} = \frac{3,5}{12} \approx 0,3$

Яқинлашиш тезлиги

$$v_0 = \frac{Q}{bh + mh^2} = \frac{12,25}{12 \cdot 1,7 + 1,5 \cdot 1,7^2} = 0,49 \text{ м/сек}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = 0,11 \text{ м}, H_0 = 1,71 \text{ м}.$$

Яқинлашиш тезлиги ҳисобга олинганда (8.14) ифода орқали топишган сув сарфи $Q = 12,35 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Қўмилиш шартини текшираемиз:

Сув ўтказишдаги чуқурлик $\Delta = h_g - P = 1,33 \text{ м}$, чунки $P = 0$. $m = 0,357$ бўлганда, 8.7-жадвал орқали $K_2 = 0,81$ нинг қийматини аниқлаймиз.

$\frac{\Delta}{H_0} = \frac{1,33}{1,71} = 0,78$ $0,78 < 0,81$, демак, сув ўтказгич қўмилмаган ва $Q = 12,35 \text{ м}^3/\text{сек}$ тўғри ҳисобланган.

8.72-масқ.

Трапециодал каналда дюкер кенглигини аниқланг. Бунда дюкер олдидаги каналда $h_1 = 1,50 \text{ м}$, дюкердан кейин $h_2 = 1,30 \text{ м}$, сув сарфи $Q = 6,5 \text{ м}^3/\text{сек}$. Кириш қисмининг планда қўриниши тўғри бурчакли. Дюкер бўлими баландлиги $h_0 = 1,6 \text{ м}$.

Жавоб: $b_0 = 2,35 \text{ м}$.

8.73-масқ.

Каналнинг доимий нормал чуқурлиги $h_2 = 1,15 \text{ м}$, канал кенглиги $b_k = 3,45 \text{ м}$, дюкер тирқиши баландлиги $h_0 = 1,5 \text{ м}$ га тенг, кенглиги эса $b_0 = 1,75 \text{ м}$. Кириш қисми планда кенгайтирилган. Кириш қисми планда кенгайган қўринишда $\theta = 45^\circ$. Сув сарфи $Q = 4,86 \text{ м}^3/\text{сек}$. Дюкер олдидаги трапециодал канал чуқурлиги h_1 ни аниқланг.

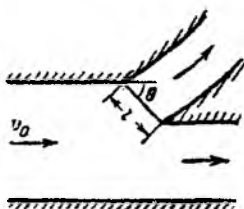
Жавоб: $h_1 = 1,43 \text{ м}$.

ЭГРИ ВА ЁНЛАМА СУВ ЎТКАЗГИЧЛАР

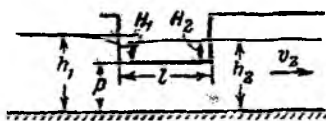
8.74-машқ.

Магистрал канал ўкига 45° бурчак остида жойлаштирилган ўткир қиррали сув ўтказгич орқали келиб тушувчи сув сарфини топинг (8.35-расм). Сув ўтказгич узунлиги $l = 2,0$ м, остонанинг баландлиги $P = 0,8$ м, напор $H = 0,3$ м. Каналдаги сув тезлиги $v_0 = 1,1$ м/сек.

Жавоб: $Q = 0,76$ м³/сек.



8.35-расм.



8.36-расм.

8.75-машқ.

$H_{np} = 0,4$ м напорда $Q = 1,25$ м³/сек сарфни ўтказиш учун асосий каналга нисбатан $\theta = 45^\circ$ бурчак остида жойлашган сув ўтказгич узунлигини аниқланг (8.35-расм). Сув ўтказгич эгри чизикли кўринишда (I тип). Каналдаги сув тезлиги $v_0 = 0,78$ м/сек.

Жавоб: $l = 2,48$ м.

8.76-машқ.

Магистрал каналда узунлиги $l = 1,8$ м бўлган ўткир қиррали ёнлама сув ўтказгич жойлашган. Остона баландлиги $P = 1,10$ м. Сув ўлчагичдан олдин каналда чуқурлик $h_1 = 1,60$ м, сув ўлчагичдан кейин эса $h_2 = 1,45$ м. Тезлиги эса $v_1 = 0,80$ м/сек. Сув ўлчагичдан ўтадиган сув сарфи қийматини топинг.

Жавоб: $Q = 0,76$ м³/сек.

8.77-машқ.

$Q = 2,30$ м³/сек сув сарфини ўтказувчи амалдаги шаклли (8.36-расм) ёнлама сув ўтказгич узунлигини топинг. Сув ўтказгич олдидаги чуқурлик $h_1 = 1,30$ м, ундан кейин эса $h_2 = 1,20$ м, сув ўтказгич баландлиги $P = 0,80$ м. Каналдаги сув тезлиги $v_2 = 0,80$ м/сек.

Жавоб: $l = 4,5$ м.

IX боб. БЪЕФЛАРНИ ТУТАШТИРИШ

Пастки бьефга тушаётган окимчаларнинг пастдаги оким билан туташини хисоби. Пастки бьефда харакатланаётган оким билан сув ўтказгич орқали тушувчи окимчалар туташувини ўзига хос томонларини аниқлаш учун иншоот олдидаги кесимнинг чуқурлигини аниқлаш зарур. Чунки, кейинчалик у билан туташган h_c'' оким чуқурлигини аниқлаш зарур бўлади. Тўғонлар ҳисобида оқиб тушувчи сув фронти кенглиги катта бўлганлиги сабабли харакатни битта текисликда деб қараб, ўзан шакли инобатга олинмай, ҳисобни бўлим кенглигининг 1 м кенглиги учун бажарилади (текис масала). Сикилган кесимдаги чуқурликни (9.1-расм) қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаш мумкин.

$$q = \varphi h_c \sqrt{1g(E_0 - h_c)} \quad (9.1)$$

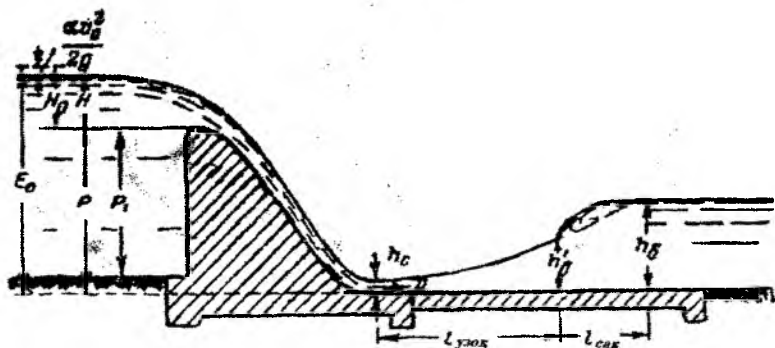
бунда $q = Q/b$ – тўғон бўлимининг 1 м га тўғри келувчи оким сарфи;

b – қирра узунлиги (оқиб тушиш фронти кенглиги);

E_0 – пастки бьеф тубига нисбатан юқори бьефдаги оқимнинг солиштирма энергияси;

φ – тўғон турига боғлиқ бўлган тезлик коэффиценти.

Сикилган кесимда чуқурликни аниқлашда тезлик коэффиценти φ қийматини Павловский формуласи бўйича қабул қилиш мумкин.



9.1-расм.

Сикилган кесимдаги оким чуқурлигини аниқлашда сатх кўтарилишининг таъсири камлиги сабабли, инобатга олинмасдан енгиллаштириш мақсадида қатор жадвал, графиклар таклиф қилинган.

Қуйида келтирилган масалаларни ечишда Агроскин жадвалларидан фойдаланилган.

Бу жадваллар ёрдамида сикилган чуқурликни ҳисоблаш қуйидаги тартибда бажарилади:

Нисбий чуқурлик функцияси $\tau_c = h_c/E_0$ ни қуйидаги формула ёрдамида аниқлаймиз:

$$\Phi(\tau_c) = \frac{q}{4E_0^{3/2}} \quad (9.2)$$

$\Phi(\tau_c)$ қийматларини билган ҳолда қуйидагини топамиз:

$$h_c = \tau_c E_0 \quad (9.3)$$

9.1-жадвал

Ошиб ўтиш шароитлари	Коэффициент φ
Оқимчанинг атмосферага эркин оқиб чиқиши (туғон сиртидан оқиб ўтмасдан)	1,00-0,97
Силлик сирт ва оқувчи қиррали эгри чизикли қўринишдаги амалий профилдаги сув ўтказгичдан оқиб чиқиши:	
а) оқувчи қирранинг кичик узунлигида	1,00
б) оқувчи қирранинг ўртача узунлигида	0,95
с) оқувчи қирранинг катта узунлигида	0,90
Амалий профилдаги эгри чизикли оқувчи қиррали сув ўтказгичда жойлашган силлик тўсиндан оқиб чиқиш	0,95-0,85
Кенг остонали сув ўтказгичдан оқиб чиқиш	0,95-0,85
Силлик бўлмаган амалий профили сув ўтказгичдан оқиб ўтиши	0,90-0,80
Иншоот тубидаги тиркишлардан оқиб чиқиши	1,00-0,97
Беш қисмдаги тўсиқлардаги шаршара	1,00-0,97

Сикилган кесимдаги иккинчи туташ чуқурлик текис масала шароитида мукаммал сакрашда XXIX жадвал ёрдамида қуйидагича аниқланади:

$\Phi(\tau_c)$ қиймати бўйича қабул қилинган φ ва $\alpha = 1$ қийматларда τ_c'' ни топамиз. У ҳолда иккинчи туташган чуқурлик

$$h_c'' = \tau_c'' E_0 \quad (9.4)$$

Сикилган кесимдаги чуқурлик қуйидаги ифода орқали топилади:

$$h_c = \frac{E_0}{3} \left[1 - 2 \cos \left(60 + \frac{\theta}{3} \right) \right] \quad (9.3')$$

унда θ бурчаги

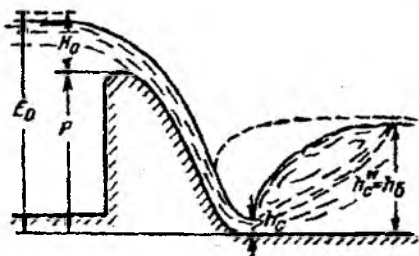
$$\cos \theta = 1 - \left(\frac{0,83q}{\varphi} \right)^2 E_0^{-3}$$

(9.3') тенгламаси (9.1) тенгламасини h_c га нисбатан ҳисоблаш бўйича олинди. Гидротехник иншоотларнинг пастки бьефида нотинч оқимнинг тинч оқим билан туташишининг қуйидаги шакллари аниқлаш мумкин.

1. Агар $h_c'' > h_b$ бўлса, узоклашган сакраш амалга ошади, сакраш сикилган кесимга нисбатан оқим бўйича пастда жойлашади (9.1-расм);
2. Агар $h_c'' = h_b$ бўлса, сакраш чегаравий вазиятда жойлашиб, сакрашнинг бошланиши сикилган кесимда бўлади (9.2-расм);

3. Агар $h'_c < h_b$ бўлса, **сурилган сакраш** бўлади. Бунда гидравлик сакраш сиқилган кесимга нисбатан оқимнинг юқори қисмида жойлашади (9.2-расмдаги пунктир чизик).

Агар дарё туби нишаблиги критик қийматдан катта, яъни $i > i_{кр}$ бўлса, у ҳолда доимий ишлатиладиган чуқурлик $h_b < h_{кр}$ ва пастки бьефдаги оқим билан туташиш сакрашсиз содир бўлади.



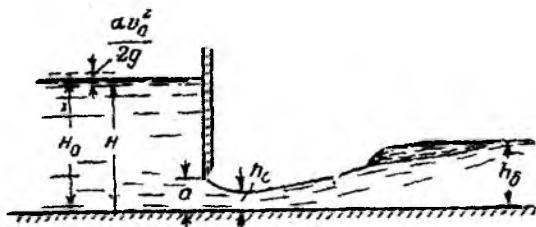
9.2-расм.

Оқим остидан оқиб чиқишнинг гидравлик ҳисоби. Бунда оқиб чиқишнинг бир нечта турлари бўлиши мумкин:

1. Агар пастки бьефдаги оқим сатҳи тиркишдан чиқаётган сарф қийматига таъсир қилмаса, эркин оқиб чиқиш;
2. Агар пастки бьефдаги оқим сатҳи тиркишдан чиқаётган сарфга таъсир қилса, эркин бўлмаган ёки қумилган.

Оқиб чиқиш қуйидаги шароитларда эркин бўлади:

- агар пастки бьефдаги оқим нотинч ҳолатда бўлса $i > i_{кр}$ ва $h_b < h_{кр}$;
- агар пастки бьефдаги оқим тинч ҳолатда $h_b > h_{кр}$ бўлса, тўсиқ остидан оқиб чиқаётган нотинч оқимни туташиш сакраши каби содир бўлади $h'_c > h_b$ (9.3-расм) ёки сакрашнинг чегаравий ҳолатига эга бўлади $h'_c = h_b$ (сиқилган кесимдаги сакраш).



9.3-расм.

Агар тўсик остки қисмидан чиқётган нотинч оқимнинг (9.4-расм) пастки бьефидаги тинч оқим билан туташishi $h_0 > h_{cr}$ бўлса, узоклашган сакраш шаклида бўлса, $h_c'' = h_0$ қўмилган бўлади.

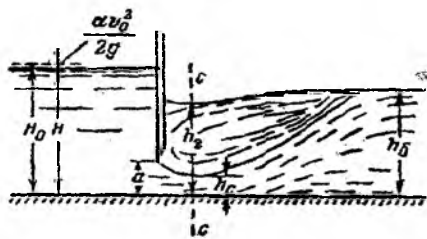
Айрим ҳолларда, масалан оқим сарфи ёки φ нинг қиймати XXIX жадвалдаги τ'' нинг ҳисобланган қийматларидан фарк қилса, h_c'' қийматини аниқламасдан, туташishi турини аниқлаш мумкин.

Эркин оқиб чиқиш шартига қуйидаги ифода мос келади:

$$\frac{h_0}{h_c} \left(\frac{h_0}{h_c} + 1 \right) < 4\varphi^2 \left(\frac{H_0}{h_c} - 1 \right) \quad (9.5)$$

яъни, (9.5) шарт бажарилса сакраш узоклашган, $h_c'' > h_0$ оқиб чиқиш эса эркин бўлади.

Тўсикли тирқишлар
кўпинча тўғри бурчакли
кўринишида бўлганлиги
сабабли, келгусида оқимнинг
факат тўғри бурчакли
каналлардаги ясси
тирқишдан оқиб чиқишини
кўриб чиқамиз.



9.4-расм.

Сиқилган кесим
чуқурлиги (9.3-расм)

тўсикнинг очилиши баландлиги орқали ифодаланади

$$h_c = \varepsilon a$$

бунда ε — вертикал сиқилиш коэффициентини

$$\varepsilon = f\left(\frac{a}{H}\right)$$

ε нинг қийматлари 9.2-жадвалдаги Жуковский тенгламаси орқали ҳисобланади. Бунда каналдаги ўрнатилган тўсик кенглиги тирқиш кенглигига тенг деб қаралади.

9.2-жадвалдаги қийматлардан ён томондан сиқилган тирқишлар ҳисобида ҳам фойдаланиши мумкин. Тирқишдан кенгрок бўлган каналнинг вертикал сиқилиш коэффициентини ε нинг қийматига таъсир кўрсатмайди.

Эркин оқиб чиқишдаги (9.3-расм) асосий ҳисоблаш тенгламалари:

$$v = \varphi \sqrt{2g(H_0 - h_c)}$$

$$Q = \varphi b h_c \sqrt{2g(H_0 - h_c)} = \varphi \varepsilon b a \sqrt{2g(H_0 - \varepsilon a)} = \mu b a \sqrt{2g(H_0 - \varepsilon a)}$$

бунда v — сиқилган кесимдаги тезлик

φ — тезлик коэффициентини

b — тирқиш кенглиги

$\bar{a}$ – тўсиқнинг кўтарилиш баландлиги

μ – сарф коэффициенти ($\mu = \varphi \varepsilon$)

ε – вертикал сиқилиш коэффициенти

H_0 – яқинлаш тезлиги ҳисобга олингандаги напор $\left(H_0 = H + \frac{\alpha v_0^2}{2g} \right)$

Агар $v_0 \leq 0,885\sqrt{H - h_c}$ м/сек бўлса (9.3-расм), яқинлашиш тезлигини ҳисобга олмаслик мумкин. φ тезлик коэффициенти қуйидагича қабул қилинади:

остонасиз тирқишлар учун $\varphi = 0,95 \div 0,97$ (9.3-расм)

кент остонасиз тирқишлар учун $\varphi = 0,85 \div 0,95$

Агар яқинлашиш тезлиги $H_0 \approx H$ бўлса, у ҳолда тўсиқнинг кўтарилиш баландлигини топиш учун 9.2-жадвалдан фойдаланамиз.

9.2-жадвал

$\frac{a}{H}$	ε	$\Phi(\tau_c)$	$\tau_c = \varepsilon \frac{a}{H}$	$\frac{a}{H}$	ε	$\Phi(\tau_c)$	$\tau_c = \varepsilon \frac{a}{H}$
0,10	0,615	0,264	0,062	0,45	0,638	1,060	0,284
0,15	0,618	0,388	0,092	0,50	0,645	1,182	0,323
0,20	0,620	0,514	0,124	0,55	0,650	1,265	0,356
0,25	0,622	0,633	0,156	0,60	0,660	1,364	0,395
0,30	0,625	0,750	0,188	0,65	0,675	1,457	0,440
0,35	0,628	0,865	0,220	0,70	0,690	1,538	0,482
0,40	0,630	0,967	0,252	0,75	0,705	1,611	0,529

Кўмилган оқим сарфи сиқилган кесим ва ясси тўсиқ олдидаги оқим сатхи орасидаги фарққа боғлиқ бўлиб қуйидаги формула ёрдамида аниқланади

$$Q = \mu b a \sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (9.7)$$

бунда h_z – пьезометрик босим минимал бўлганда с-с сиқилган кесимдаги кўмилган чуқурлик;

μ – сарф коэффициенти, тўлиқ кўмилган оқиб чиқишда ҳам худди эркин оқиб чиқишдагидек қабул қилинади (9.4-расм).

$h_b = 1,2a$ дан $h_b = 4a$ да бўлганда минимал пьезометрик босимгача бўлган масофа. $l_{c-c} = 0,8a$ дан $l_{c-c} = 2a$ гача қабул қилинади.

Амалий ҳисобларда бу масофани $l_{c-c} = 1,4a$ қабул қиламиз. Сиқилган кесимдаги кўмилган чуқурлик қуйидаги тенглама орқали топилади:

$$h_z = \sqrt{h_b^2 - M \left(H_0 - \frac{M}{4} \right) + \frac{M}{2}} \quad (9.8)$$

бунда

$$M = 4\mu^2 \alpha^2 \frac{h_0 - h_c}{h_0 h_c} \quad (9.9)$$

Оким сарфи маълум бўлса h_z ни қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$h_z = \sqrt{h_0^2 - \frac{2q^2}{g} \frac{h_0 - h_c}{h_0 h_c}} \quad (9.9')$$

ёки

$$h_z^2 + \frac{2\alpha'q}{g} \sqrt{2g(H_0 - h_z)} = h_0^2 + \frac{2\alpha'q^2}{gh_0} \quad (9.9'')$$

Қўмилган оқиб чиқишда $h_c = \varepsilon \alpha$.

Доимий ишлатиладиган профилли сув ўтказгич киррасидаги текис тўсиқдан эркин оқиб чиқаётган оқим сарфи қуйидаги ифода ёрдамида ҳисобланади:

$$Q = \varphi \varepsilon a b \sqrt{2gH_0} = \mu a b \sqrt{2gH_0} \quad (9.10)$$

бунда H_0 — яқинлашиш тезлигини эътиборга олгандаги сув ўтказгич напори.

Тезлик коэффициенти φ нинг қийматлари:

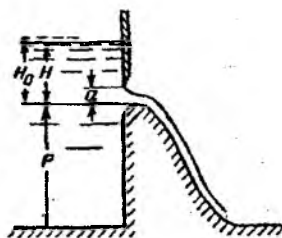
1. эгри чизикли доимий ишлатиладиган профилли сув ўтказгич киррасидаги текис тўсиқдан оқиб чиқишда $\varphi = 0,95$
2. шаршара олдидаги остонасиз тўсиқли тиркишда μ коэффициенти $\varphi = 0,97$ қийматлари эса гидравлика курси бўлимида берилган.

Гидротехника иншоотларининг пастки бьефида нотинч ҳаракатнинг тинч ҳаракатга ўтишининг энг ноқулай кўриниши — узоклашган сакрашдир. Сакрашнинг узоклашиш узунлигини топиш учун h_c ва h'_0 (9.1-расм) чуқурликлари орқасидаги баландлигида узунликни аниқлаш зарур: бунда h'_0 — сакрашнинг биринчи туташ чуқурлиги, у қуйидагича аниқланади:

$$h'_0 = \frac{h_0}{2} \left[\sqrt{1 + 8P_{кс}} - 1 \right]$$

Агар $P_{кс} > 0,375$ бўлса, у ҳолда пастки бьефда тўлқинсимон сакраш ҳосил бўлади ва h'_0 ни сакраш тўлқин формуласи бўйича аниқлаймиз. Сув урилма қисми узунлиги

$$l = l_{юзок} + l_{сак}$$



9.5-расм.

Пастки бьефда сурилган сакрашни туташишда чуқурлик ҳосил бўлиши учун сув ҳовузчалар, сув девори ёки комбинациялашган деворлар ўрнатилади.

Сув ҳовузчасининг чуқурлиги (9.6-расм) куйидаги ифода орқали аниқланади:

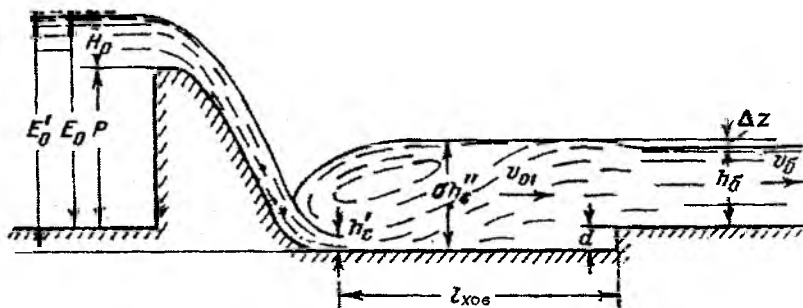
$$d = \sigma h_c'' (h_b - \Delta z) \quad (9.11)$$

бунда σ — захира коэффиценти 1,05 - 1,1;

h_c'' — сиқилган кесимда ҳовузча тубидаги иккинчи туташиш чуқурлиги;

h_b — пастки бьефдаги сув чуқурлиги (доимий ишлатиладиган чуқурлик);

Δz — сув ҳовузчасидан пастки бьеф ўзанига чиқишдаги фарқ, сув урилма ҳовузчанинг чиқиш қисми.



9.6-расм.

Δz катталик куйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\Delta z = \frac{v_b^2}{2g\varphi^2} - \frac{av_{01}^2}{2g}$$

бунда φ — тезлик коэффиценти;

v_b — доимий ишлатиладиган чуқурликдаги ўртача тезлик;

v_{01} — ҳовузчанинг $\sigma h_c''$ чуқурликдаги ўртача тезлиги (9.6-расм).

Текис масала шароитида эса

$$\Delta z = \frac{q^2}{2g\varphi^2 h_b^2} - \frac{av_{01}^2}{2g} \quad (9.12)$$

бунда q — 1 м бўлим кенглигидаги сарф.

Ҳовузчадаги оқимнинг ўртача тезлиги

$$\Delta z = \frac{q^2}{2g\varphi^2 h_b^2} \quad (9.13)$$

А.А.Угинчус тавсиясига асосан (9.13) ифолада Δz ни топишда $\varphi = 1$ қабул қилинади.

Δz катталиқ ҳисобга олинмаган шароитда сув ховузчаси чуқурлиги захира коэффициентсиз қуйидагича ҳисобланади

$$d = h_c'' - h_g \quad (9.14)$$

Сув ховузча чуқурлиги ҳисоби одатда кетма-кет яқинлашиш усули ёрдамида аниқланади. Ҳовузча чуқурлигини ҳисоблашда танлаб олиш усулидан ташқари (9.14) ифода ёрдамида 9.7-расмдаги графикдан фойдаланса ҳам бўлади. Ҳисоб қуйидаги кетма-кетликда олиб борилади:

$$1) h_{sp} = 3 \sqrt{\frac{\alpha q^2}{g}}$$

$$2) z_0 = E_0 - h_g$$

берилган φ бўйича графикдан z_0/h_{sp} бўйича $(z_0/E_0)_{sp}$ ни топамиз (9.7-расм).

У ҳолда Δz ни ҳисобга олмайдиган бўлсак ховузча чуқурлиги қуйидагича топилади:

$$d = \left(\frac{z_0}{E_0} \right)_{sp} - (z_0 + h_g) = \left(\frac{z_0}{E_0} \right)_{sp} - E_0 \quad (9.15)$$

бунда $z_0 / \left(\frac{z_0}{E_0} \right)_{sp} - E_0'$ сув ховузчасидаги окимнинг солиштирма энергияси ўзгариши.

Сув ховузчаси узунлиги

$$l_{xov} = l_{муш} + l_{сак}. \quad (9.16')$$

$l_{муш}$ — оким тушаётган девордан сиқилган кесимгача бўлган бўлим;

$l_{сак}$ — сакраш узунлиги

Ф.И.Пикалов ховузчадаги уринган сакрашни аниқлаш учун қуйидаги формулани таклиф қилган

$$l_{сак} = 3h_{II}''$$

бунда h_{II}'' — уринган сакрашнинг иккинчи туташ чуқурлиги

h_{II}'' ўрнига h_c'' ни қўйиб қуйидаги формулани ёзамиз:

$$l_{сак} = 3h_c''$$

Айрим ҳолларда окимга сув ўтказгич орқали эгри чизикли кўринишда оқиб тушса $l_{муш} = 0$ ва ховузча узунлиги

$$l_{xov} = 3h_c'' \quad (9.16'')$$

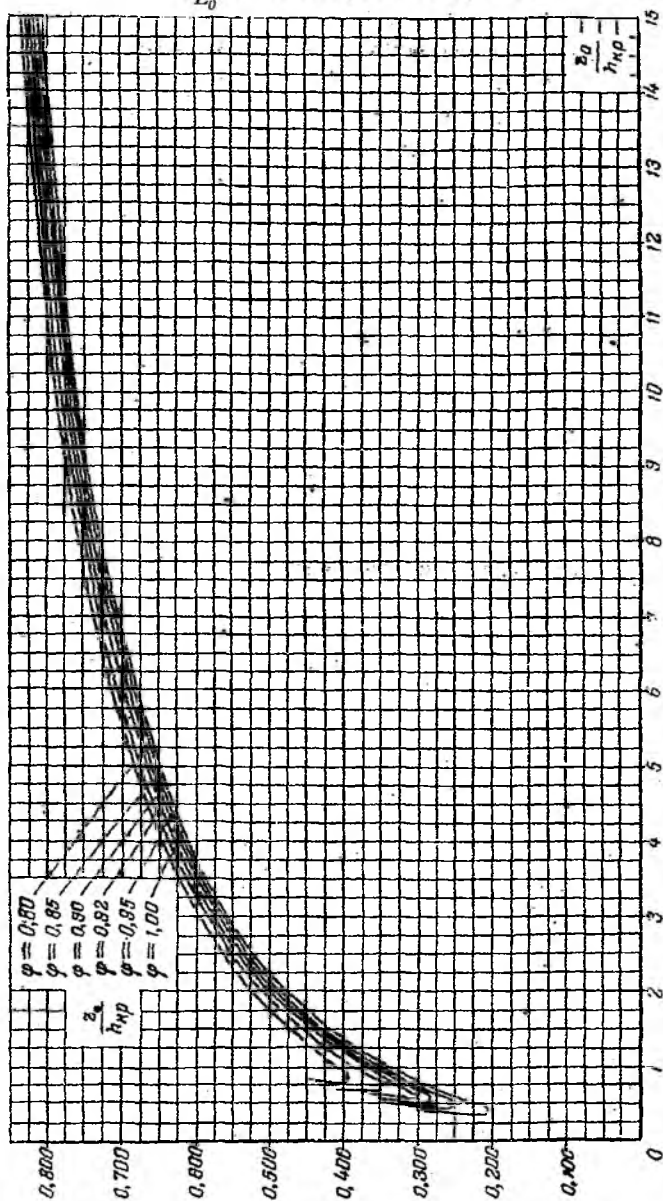
Сув девори ҳисоби — иншоотдан деворгача бўлган узунлик ва девор узунлигини топишдан иборат бўлади.

Сув девори баландлиги (9.8-расм)

$$P_{dev} = \sigma h_c'' - H_1 \quad (9.17)$$

бунда H_1 — сув девори устидаги напор.

$\frac{z_0}{E_0}$ нисбий критик тушиш

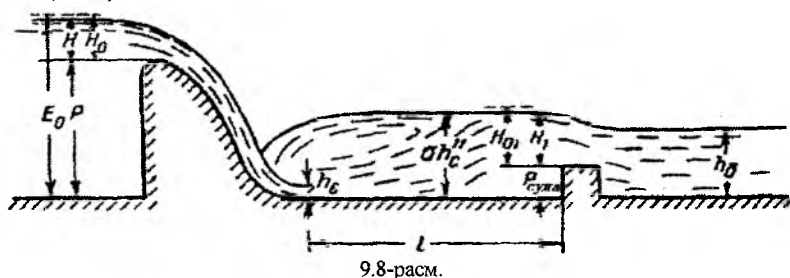


9.7-расм.

Деворни қўмилмаган деб фараз қилиб

$$H_{01} = \left(\frac{q}{m\sqrt{2g}} \right)^{2/3} \quad (9.18)$$

бунда m – девор профилига боғлиқ бўлган сарф коэффиценти
 $m = 0,4 \div 0,42$.



Девор устидаги напор

$$H_1 = H_{01} - \frac{\alpha v_{01}^2}{2g}$$

бунда $v_{01} = q / \sigma h_c''$ – ховузчадаги ўртача тезлик.

Агар сув девори қўмилган сув ўтказгич каби ишласа (9.18) формулага қўмилиш коэффиценти $\sigma_{қўм}$ ни киритамиз яъни

$$H_{01} = \left(\frac{2}{\sigma_{қўм} m \sqrt{2g}} \right)^{2/3} \quad (9.19)$$

Қўмилиш коэффиценти девор баландлигига боғлиқ бўлганлиги учун,

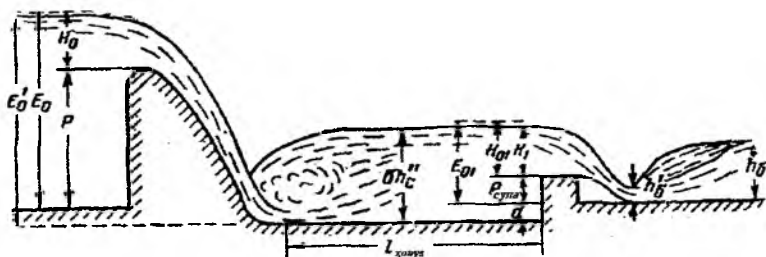
$$\sigma_{қўм} = f \left(\frac{\Delta}{H_0} \right),$$

бунда $\Delta = h_0 - P_{dev}$

Ҳисоб кетма-кет яқинлашиш йўли билан топилди. Девор узунлиги эса ховузча узунлигини топиш формуласи бўйича топилади.

Комбинациялашган ховузча – сув ховузча чуқурлиги ёки сув девори баландлиги жуда катта бўлган ҳолларда қўлланилади. Комбинациялашган ховузчанинг гидравлик ҳисоби сув девори баландлиги ва ховузча чуқурлигини аниқлашдан иборат. Агар сув девори баландлиги маълум бўлса, ховузча чуқурлиги (9.9-расм) қуйидагича аниқланади:

$$\lambda = \delta h_c'' - (P_{dev} + P_1) \quad (9.20)$$



9.9-расм.

Агар сув ховузчаси чуқурлиги берилган бўлса, у ҳолда сув девори баландлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$P_{\text{дев}} = \sigma h_c'' - (P_{\text{део}} + H_1) \quad (9.21)$$

Агар сув девори кўмилган сув ўтказгич каби ишласа, у ҳолда ҳисоб (9.19) формула бўйича H_{01} кетма-кет яқинланиш усулидан фойдаланиб топилади. Оқимнинг тушиш узунлиги қуйидагича топилади:

$$l_{\text{туш}} = l_0 + \frac{2mH_0^3}{h_0} \sqrt{y_{\text{макс}}} = l_0 + 2\varphi \sqrt{h y_{\text{макс}}} \quad (9.22)$$

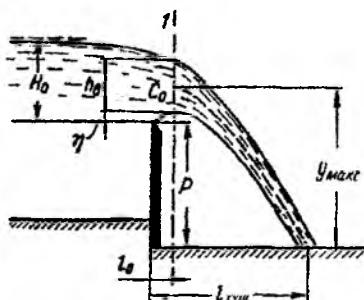
бунда l_0 – иншоотнинг босими қиррасидан 1-1 кесимгача бўлган масофа (9.10-расм);

m ва φ – сув ўтказгичнинг сарф ва тезлик коэффицентлари

h – 1-1 кесимнинг оғирлик маркази жойлашган C_0 нуқтасидаги тўлик напор.

$y_{\text{макс}}$ – тушишнинг максимал баландлиги;

h_0 – 1-1 кесимдаги оқимча қалинлиги.



9.10-расм.

Сув ўтказгичларнинг аниқ турлари учун:

а) **ўткир қиррали сув ўтказгич** учун М.Д.Чертоусов бўйича $l_0 \approx 0,3H_0$; $h_0 = 0,67H_0$; сув ўтказгич қиррасидаги оқимнинг энг юқори кўтарилган баландлиги $\eta \approx 0,11H_0$.

$$y_{\max} = P + \eta + \frac{h_0}{2} = P + 0,45H_0; \quad m = 0,42$$

У ҳолда

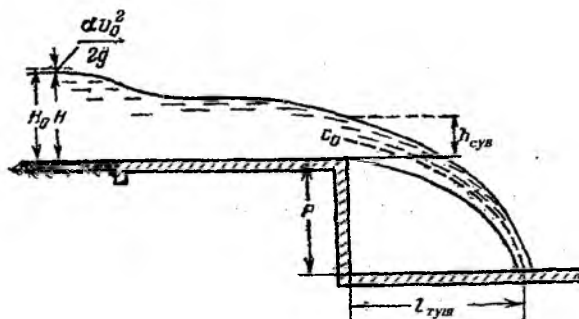
$$l_{\text{туш}} = 0,3H_0 + 1,25\sqrt{H_0(P + 0,45H_0)}$$

Чертоусов тавсияга биноан $\beta = 1,1$ коэффициент киритилади.

У ҳолда ифода қуйидаги кўринишни олади.

$$l_{\text{туш}} = 0,3H_0 + 1,38\sqrt{H_0(P + 0,45H_0)}$$

б) **кенг остонали сув ўтказгич** (9.11-расм)



9.11-расм.

Бу ҳолда 1-1 кесим қирра охирида бўлиб $l_0 = 0$.

Чертоусов усули бўйича $h_0 = 0,47H_0$; $y_{\max} = P + \frac{h_0}{2} = P + 0,24H_0$

Энди келтирилган қийматларни ҳисобга олиб,

$$l'_{\text{туш}} = 1,64\sqrt{H_0'(P + 0,24H_0)} \quad (9.23)$$

в) **тўғри чизикли доимий ишлатиладиган сув ўтказгич.**

Агар сув ўтказгичдаги қирра қалинлиги катта бўлса ($2H_0 > s > 0,67H_0$) у ҳолда 1-1 бошланғич кесим сув ўтказгич қиррасининг охирида бўлади (9.17-расм). У ҳолда

$$l_{\text{туш}} = s + 1,33\sqrt{H_0(P + 0,3H_0)} \quad (9.24)$$

Оқимчанинг сакраш узунлигини олдинги напорли қиррадан эмас, сув ўтказгичнинг охиридаги қиррасидан ўлчайдиган бўлсак (9.24) формула қуйидагича ўзгаришга эга бўлади.

$$l = 1,33\sqrt{H_0(P + 0,3H_0)} \quad (9.25)$$

Ҳисобий оқим сарфини топиш. Ҳисобий оқим сарфи деб, пастки бьефдаги энг нокулай шароит содир бўладиган оқим сарфига айтилади, яъни сакрашнинг энг катта узунлиги ҳосил бўлади.

Ҳисобни 9.3-жадвал ёрдамида олиб бориб, кулай ҳисобий оқим сарфини аниқлаб, сакраш узунлиги ёки ховузча чуқурлиги, сув девори баландлиги ҳисобланади.

9.1-мишқ.

Доимий ишлатиладиган профили сув ўтказгич орқали оқимчанинг сиқилган кесимидаги чуқурлигини аниқланг.

Берилган:

$$m=0,49, \varphi=0,95$$

Суви ўтказгич баландлиги $P=7$ м (9.1-расм).

Кенглиги 1 м бўлган бўлим оқим сарфи $q=8$ м³/сек·м, $h_0=3$ м

Ҳисоблаш:

Кўмилган суви ўтказгич. Оқим сарфи формуласидан суви ўтказгич киррасидаги напорни аниқлаймиз.

$$H_0 = \left(\frac{q}{m\sqrt{2g}} \right)^{2.3} = \left(\frac{8}{0,49 \cdot 4,43} \right)^{2.3} = 2,39 \text{ м}$$

Пастки бьефга нисбатан юкори бьефдаги солиштирма энергия

$$E_0 = 7 + 2,39 = 9,39 \text{ м}$$

Сиқилган кесимдаги чуқурлик 2 усулда топилади.

1-усул 9.2-ифодадан бўйича $\Phi(\tau_c)$ ни топамиз.

$$\Phi(\tau_c) = \frac{q}{\varphi E_0^{3.2}} = \frac{8}{0,95 \cdot 9,39^{3.2}} = 0,294$$

XXIX жадвалдан $\Phi(\tau_c)$ га $\tau_c = 0,069$ ва $\tau_c'' = 0,448$ мос келади.

Сиқилган кесимдаги чуқурлик (9.3) ифодага асосан $h_c = \tau_c E_0 = 0,069 \cdot 9,39 = 0,646 \approx 0,65$ м. Иккинчи туташган чуқурлик $h_c'' = 0,448 \cdot 9,39 = 4,20$ м, $h_c'' = 4,20$ м $>$ $h_0 = 3$ м. Узоқлашган сакраш билан содир бўлади.

2-усул 9.3-ифода бўйича h_c ни топамиз, бунинг учун

$$\cos \theta = 1 - \left(\frac{0,83q}{\varphi} \right)^2 E_0^{-3} = 1 - \left(\frac{0,83 \cdot 8}{0,95} \right)^2 \frac{1}{9,39^3} = 1 - 0,059 > 0,941$$

бунда $\theta = 19^\circ 50'$ бўлса, 9.3-ифодадан

$$h_c = \frac{9,39}{3} \left[1 - 2 \cos \left(60 + \frac{19^\circ 50'}{3} \right) \right] = 3,13 (1 - 2 \cos 66^\circ 37') = 0,645 \text{ м}$$

Иккинчи туташ чуқурлик $\alpha' = 1,0$ бўлганда

$$h_c'' = \frac{h_c}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8\alpha' q^2}{qh_c^3}} - 1 \right] = \frac{0,645}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8 \cdot 1 \cdot 8^2}{9,81 \cdot 0,645^3}} - 1 \right] = 4,18 \text{ м}$$

Кўриниб турибдики, 2 та усулда ҳам топилган $h_c'' = 4,18 \text{ м}$, $h_c'' = 4,2 \text{ м}$ бир-бирига мос келаяпти.

9.2-машқ.

Юкоридаги машқларда берилган маълумотлар асосида куйидагилар топилсин:

1. Сиқилган кесимдаги чуқурлик ва тўғон баландлиги 1,5 баробар кўтарилгандаги тутатиш чуқурлиги;
2. $P = 7 \text{ м}$ да иккинчи тутатиш чуқурлиги неча марта ошади ва қандай оким сарфида сиқилган кесимдаги чуқурлик олдинги машқдаги қиймат билан тенг бўлади?

Ҳисоб XXIX жадвал бўйича бажарилсин.

Жавоб: 1) $h_c = 0,54 \text{ м}$, $h_c'' = 4,64 \text{ м}$, яъни E_0 ни оширсак, сиқилган кесимдаги чуқурлик камаяди, иккинчи туташган чуқурлик ошади.

2) $q = 9,7 \text{ м/сек} \cdot \text{м}$, 1, 2, 3 марта ошади.

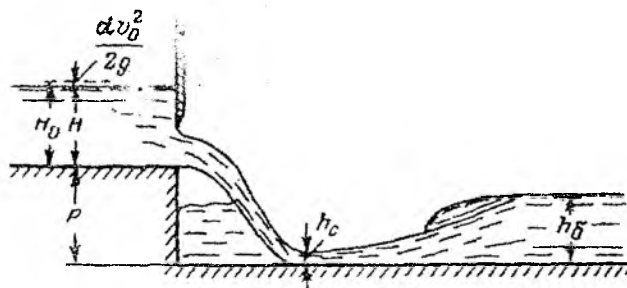
9.3-машқ.

Тушиш баландлиги $P = 7 \text{ м}$ да шаршаранинг кириш қисмига оким сарфини бошқариш учун силлик тўсик ўрнатилган (9.12-расм). Сиқилган кесимдаги чуқурликни топинг ва пастки бьефдаги окимнинг окимча билан тутатиш характерини аниқланг.

Берилган:

$h_0 = 1,4 \text{ м}$, $Q = 10 \text{ м}^3/\text{сек}$. Тўғри бурчакли ўзандаги сиқилган кесим кенлиги $b = 4,0 \text{ м}$, тўсик олдидаги напор $H = 1,6 \text{ м}$, яқинлашиш тезлиги $v_0 = 1 \text{ м/сек}$, тезлик коэффициентлари $\varphi = 0,97$

Жавоб: $h_c \approx 0,32 \text{ м}$, $h_c'' = 1,94 \text{ м}$, сакраш узоклашган.



9.12-расм.

9.4-машқ.

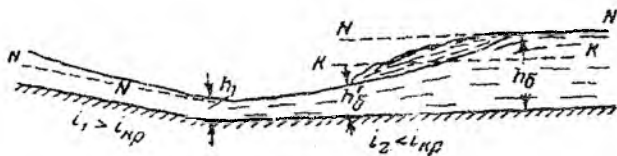
Пастки бьефдаги окимнинг туташини шаклини аниқланг.

Берилган:

$Q = 20$ м³/сек тезоқар охирида сув чуқурлиги $h_1 = 0,5$ м (9.13-расм).

Тезоқар кенглиги $b = 5$ м, кесим тўғри бурчакли. Чуқурлик $h_6 = 1,8$ м. h_6 нинг қандай қийматида сакрашнинг олдинги ҳолати билан туташади?

Жавоб: Узоқлашган сакраш: $h_6 = 2,44$ м.



9.13-расм.

9.5-машқ.

Юқоридаги машқ шартлари бўйича $h_1 = 0,5$ м бўлганда пастки бьефдаги h_1'' иккинчи туташини шаклини аниқланг. Пастки бьеф кенглиги трапециясимон тезоқар. Ён деворнинг қиялик коэффициенти $m = 1,25$.

$h_6 = 1,8$ м да сакрашдан олдинги биринчи туташини чуқурлигини топинг.

Жавоб: узоқлашган сакраш $h_1'' = 1,9$ м, $h_6' = 0,55$ м.

9.6-машқ.

Сув ўтказгич тўғони қирраси текис тўсик билан тўсилган (9.5 расм). Тўғон баландлиги $P = 12$ м, тўсик остидаги оким сарфи 1 м бўлим учун $q = 4$ м³/сек · м, қирра устидаги напор $H_0 = 5$ м. Чуқурлик $h_6 = 3,4$ м.

1) Тўғон остонасидаги сиқилган кесим чуқурлиги h_{c1} ва пастки бьефдаги туташини аниқланг. Бунда тезлик коэффициенти $\varphi = 0,90$

2) Тўсик тўлик кўтарилганда оким сарфини ўтказишда h_{c2} ни аниқланг. Сув ўтказиш тўғони сарф коэффициенти $m = 0,49$; $\varphi = 0,95$ окимнинг туташини шаклини аниқланг.

Жавоб: 1) $h_{c1} = 0,24$ м — узоқлашган сакраш; 2) $h_{c2} \approx 0,26$ м — сакрашнинг чегаравий ҳолати.

X боб. ШАРШАРА ВА ТЕЗОҚАРЛАРНИНГ ГИДРАВЛИК ҲИСОБИ

Шаршара ва тезоқар катта нишабликда ётқизилган каналларга ўрнатилади ($i > i_{кр}$) ёки сув ташловчи ёки махсус гидротехник иншоотларда, масалан, тезоқар (балиқлар ҳаракатига мўлжалланган иншоот) ёки тўғондан оқим ошиб тушаётган бўлим таркибида бўлади.

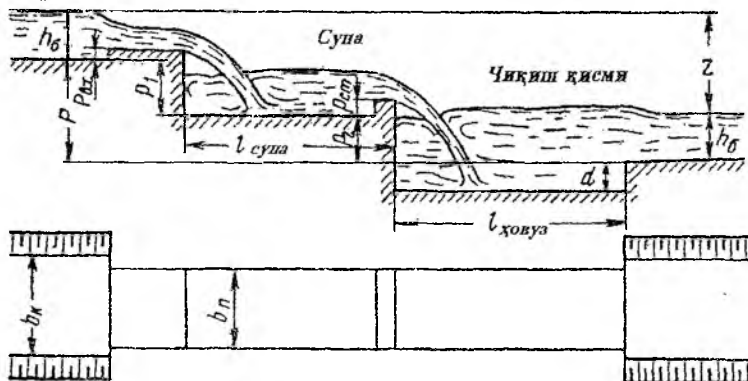
Бу ҳисобларда, асосан, сув ўтказгичлар назарияси, бьефларни тутатиши, энергияни сундириш, суюқликларнинг текис ва нотекис ҳаракати қонуниятлари қўлланилади.

ШАРШАРА

Шаршаранинг гидравлик ҳисоби 3 та асосий қисмдан иборат (10.1-расм).

1. Кириш қисми ҳисоби.
2. Пастки ва юқори бьефларда сатҳ фаркига боғлиқ ҳолда, конструктив фикрлаш асосида сони аниқланувчи поғона ёки поғоналарнинг ҳисоби.
3. Пастки бьеф билан туташувчи чиқиш қисми ҳисоби.

Кириш қисми



10.1-расм.

Кириш қисми ҳисоби. Шаршара кириш қисмининг вазифаси — кириш каналининг шаронгларини ҳисобга олган ҳолда ҳисобий сув сарфини ўтказиш.

Доимий ҳисобий сув сарфида кириш қисми амалий профилли сув ўтказгич — девор ёки кенг остонали сув ўтказгич каби ҳисобланади.

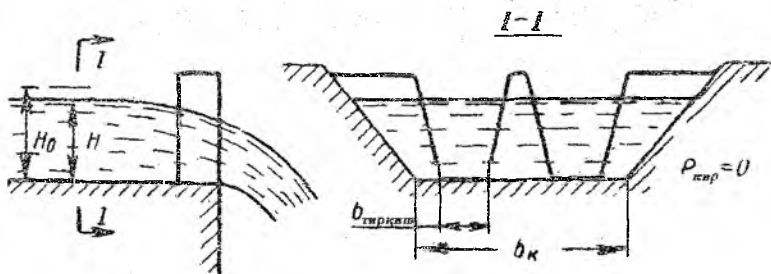
$$Q = mb\sqrt{2g}H_0^{3/2} \quad (10.1)$$

Ҳисоб сув ўтказгичнинг кенглиги b ни топишдан иборат. Бунда шаршара олдида каналда доимий ишлатиладиган чуқурлик ҳар доим сакланиб туриши керак.

Одатда кириш қисми кенглиги ва шаршара кенглиги бир хил қабул қилинади.

Остонага киришдаги баландликда $P_{\text{кир}}$ кириш сув ўтказгич олдидаги напор $H = h_0 - P_{\text{кир}}$ кириш бўлади, бунда $P_{\text{кир}} = 0$ да $H = h_0$ шarti бажарилиши шарт.

Агар сув сарфи ўзгарувчан бўлса, у ҳолда окимни кириш каналидаги текис режими яқин ҳаракатини таъминлаш учун, шандор девори кўринишдаги йиғма остона ўрнатилади ёки трапециясимон пофилли тиркишли махсус сув ўтказгич ҳисобланади 10.2-расмда икки тиркишли кириш қисми шаршара кўрсатилган.



10.2-расм.

Тиркишли сув ўтказгич. Тиркишли сув ўтказгич ҳисоби: тиркишлар сони n' , тиркишларнинг қиялик коэффиценти m' ва тиркишларнинг туб бўйича кенглиги $b_{\text{тир}}$ аникланади.

Тиркишлар сони қуйидаги ифода оркали топилади.

$$n' = \frac{b_{o.k.}}{(1,25 + 1,50)h_{\text{макс}}} \quad (10.2)$$

бунда $b_{o.k.}$ — кириш канали кенглиги

$h_{\text{макс}}$ — каналдаги $Q_{\text{макс}}$ га мос келувчи чуқурлик, кириш каналидаги окимнинг текис ҳаракатини бузмаслик учун кириш қисмида $Q_1 < Q_{\text{макс}}$; $Q_2 < Q_{\text{мин}}$ ларга мос келувчи

$$h_1 = h_{\text{макс}} - 0,25(h_{\text{макс}} - h_{\text{мин}})$$

ва

$$h_2 = h_{\text{мин}} + 0,25(h_{\text{макс}} - h_{\text{мин}})$$

чуқурликлар топилади.

h_1 ва h_2 чуқурликлардан ва сув сарфлари текис ҳаракат формулалари ёрдамида ҳисобланади.

Сув ўтказгич олдида напор мос ҳолда

$$H_{01} = h_1 - P_{\text{кпр}} + \frac{v_1^2}{2g}$$

ва

$$H_{02} = h_2 - P_{\text{кпр}} + \frac{v_2^2}{2g}$$

аниқланади.

Тиркишли сув ўтказгич орқали ўтадиган сув сарфи қуйидагича аниқланади

$$\frac{Q}{n'} = M b_{yp} H_0^{3/2}$$

бунда M – сув сарфи коэффиценти (10.1 жадвалдан H напорга қараб аниқланади);

b_{yp} – оқимча қалинлиги $0,8H$ да сув ўтказгич юзасидаги трапециянинг ўртача кенглиги.

$$b_{yp} = b_r + 0,8m'H$$

10.1-жадвал

$H, \text{ м}$	$M, \text{ м}^{0.5}/\text{сек}$
1,0	2,10
1,5	2,15
2,0	2,20
2,5	2,25

Q_1 ва Q_2 сув сарфлари учун:

$$\frac{Q_1}{n'} = M(b_{\text{мпр}} + 0,8m'H_1)H_{01}^{3/2}$$

$$\frac{Q_2}{n'} = M(b_{\text{мпр}} + 0,8m'H_2)H_{02}^{3/2}$$

тенгламаларни биргаликда ечиб, иккита ноъмалумни топа оламиз:

Тиркишнинг қиялик коэффиценти:

$$m' = \frac{\frac{Q_1}{n'} H_{01}^{3/2} - \frac{Q_2}{n'} H_{02}^{3/2}}{0,8(H_1 - H_2)} \quad (10.3)$$

канал тубидаги тиркиш кенглиги

$$b_{\text{мпр}} = \frac{\frac{Q_1}{n'} H_{01}^{3/2}}{M} - 0,8m'H_1 \quad (10.4)$$

Кўп поғонали шаршарада поғоналар баландлиги Z одатда поғоналардаги шаршараларнинг тенглиги шартидан келиб чиқиб топилади.

$$z = \frac{Z}{N},$$

ёки поғоналар баландлигининг тенглиги шартидан

$$p = \frac{P}{N},$$

бу ерда N – поғоналар сони; P – юкори ва пастки бьеф туби орасидаги фарк.

Поғоналар ҳисоби. Поғоналар ҳисобида поғона узунлиги $l_{\text{пог}}$ поғона сурилган сакраш таъминланувчи сув урилма деворининг баландлиги ва погонанинг энг қисқа узунлиги аниқланади.

Поғоналар ҳисоби тартиби қуйидагича:

1. Поғоналарнинг маълум баландлигида ва поғона олди окимнинг E_0 солиштирма энергиясида бизга маълум бўлган усулларда сикилган чуқурлик h_c ва унга туташган h_c'' чуқурлик аниқланади.

2. Сув ўтказгич сифатида сув урилма девор олдидаги поғонадаги напор H ва H_0 аниқланади.

3. $P_{\text{дев}}$ – девор баландлиги аниқланади.

$$P_{\text{дев}} = \delta_{\text{зак}} h_c'' - H \quad (10.5)$$

бу ерда $\sigma_{\text{зак}} - 1,05$ захира коэффиценти

4. Поғона узунлиги топилади.

$$l_{\text{пог}} = l_{\text{туш}} + l_{\text{сак}} + \delta \quad (10.6)$$

бу ерда $l_{\text{туш}}$ – тушиш узунлиги (9.23), (9.24) ифодалар ёрдамида аниқланди; $l_{\text{сак}}$ – тақалган сакраш узунлиги ($l_{\text{сак}} = 3h_c''$); δ – девор калинлиги (гидравлик ҳисоблашни аниқламасдан конструктив танланади).

Шаршаранинг чиқиш қисми ҳисоби. Одатда шаршарадан кейин тутатиш тузилган сакраш кўринишда деб қабул қилинса, сўндиргич ховуз, сўндиргич-девор ёки комбинацияланган ховуз ҳисоби ушбу қўлланманинг 9 бобидаги берилган усуллар бўйича амалга оширилади.

Тезоқар

Тезоқар қуйидаги қисмлардан иборат:

А) бош қисм – кириш

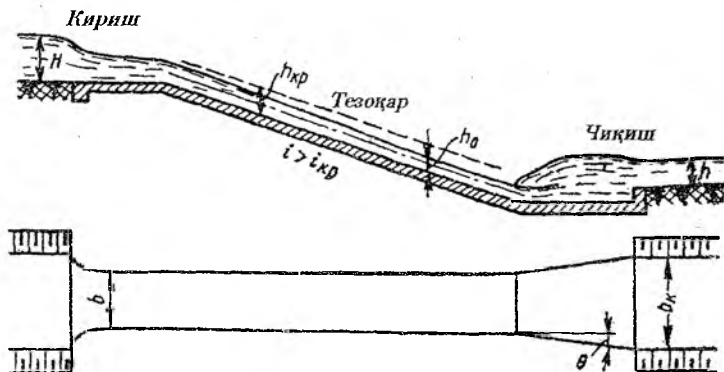
Б) тезоқар

В) чиқиш қисми (10.3-расм).

Гидравлик ҳисоб натижасида қабул қилинган, турдаги бош қисмнинг ўлчамлари, эркин сирт шакли, тезоқардаги чуқурлик ва тезликни, пастки девор билан туташувини таъминловчи чиқиш қисми ўлчамлари аниқланади.

Бош қисм гидравлик ҳисоби. Тезоқарнинг бош қисми сув ўтказгич ёки бошқарилувчи тўсикли қиска нов кўринишда лойиҳаланади.

Агар кириш қисми сув ўтказгич кўринишида лойиҳаланса, у ҳолда гидравлик ҳисоб (остона баландлиги $P_{кр}$, кенглиги b) худди шаршаранинг кириш қисми гидравлик ҳисобидек бажарилади. Бошқарилувчи тўсик билан жиҳозланган бош қисм гидравлик ҳисобида тўсик орқасидаги сиқилган чуқурлик сўнгра эркин сирт эгрилиги шакли ҳамда тўсик ва тезоқар орасидаги оқим чуқурлиги аниқланади. Бу ҳисоблар 6 ва 9 бобда баён қилинган усуллар бўйича бажарилади.



10.3-расм.

Тезоқарнинг гидравлик ҳисоби. Тезоқар туби бўйича доимий ёхуд ўзгарувчан кенликда ёки кўндаланг қисмли тўғри бурчакли ёки трапециясимон кўринишида, планда тўғри чизикли ёки эгри чизикли кўринишда лойиҳаланади. Қуйида келтирилган машқларда доимий узунликдаги тезоқарли, тўғри чизикли ёки эгри чизикли тезоқар ҳисоби кўрсатилган. Тезоқарда оқим нотинч ҳолатда бўлади ($i > i_{кр}$ ва $h > h_{кр}$). Бунда сатхнинг пасайиш эгрилиги ёки кўтарилиш эгрилиги шаклланади.

Эркин сирт эгрилиги тури тезоқарнинг бош қисмидаги чуқурликка боғлиқ бўлиб (ўзан туби нишаблиги кескин ўзгарган жой), бу чуқурлик тезоқарнинг бош қисми ҳисобланганда аниқланади.

Кириш қисмидаги тўсик тагидан оқиб ўтишда кўтарилиш эгрилиги ҳосил бўлади. Агар тезоқар бошидаги чуқурлик тезоқарлар учун нормал чуқурликка эга бўлмас экан, кўтарувчи сатҳ бўйича нормал чуқурлик қийматига етгунга қадар тарқалади. Демак, тезоқар чуқурлигини топишда критик ва нормал чуқурлик қийматларини аниқлаб, сўнгра эркин сирт эгрилиги тури белгиланиб кейин ҳисоб «Нотекис ҳаракат» бўлимидаги ҳисоблаш усулларида бири бўйича амалга оширилади. Эркин сирт

эгрилиги тенгламаси бўйича бошлангич ва нормал чуқурликлар орасидаги бўлак узунлиги аниқланади.

Тезоқар ҳисобида узунлик берилган бўлади, бунда иккита ҳолат бўлиши мумкин:

1. Қисқа тезоқар охирида чуқурлик h_0 қийматига етмайди (яъни сатхнинг пасайиш эгрилиги тезоқарнинг берилган узунлигига жойлашмайди). Бундай ҳолда тезоқар охирида чуқурлик танлаш тенгламаси ёки охириги топилган чуқурликларни интерполяция қилиш усули бўйича топилади.

2. Узун тезоқарда эркин сирт эгрилиги тезоқарнинг бирор қисмига тўғри келади. Нишаблик i канчалик катта бўлса, эгрилик шунча қисқа бўлади, қолган қисмида текис ҳаракат қарор топади. Кўрсатилган ҳолатлар 10.9-, 10.12-, 10.15-машқларда кўриб чиқилган катта нишабликларда тезоқардаги тезлик қиймати йўл қўйиладиган қийматдан катта бўлади. Бундай ҳолларда нишабликни камайтириш мақсадга мувофиқ бўлмаса, сунъий ғадир-будурлик ҳосил қилинади. Бунинг ҳисоби қуйида келтирилган.

Чиқиш қисми ҳисоби. Одатда тезоқар ортидаги олиб кетувчи канал кенглиги тезоқар кенглигидан катта бўлади. Шунинг учун чиқиш қисми горизонтал кенгаювчи айланма кўринишда лойиҳаланади. Тезоқардаги нотекис ҳаракатдан олиб кетувчи каналдаги текис ҳаракатга ўтишда ҳосил бўлувчи гидравлик сакраш, чиқиш қисмида қурилган бўлими сув урилма ховуз ёки деворга сўндиргич ўрнатилишини тақозо этади.

Айланманинг кенгайиш бурчаги шундай танланиши керакки, бунда окимнинг урилиши ёки окимнинг девордан узилиши содир бўлмаса-да айланмада оким силлик оқиб ўтиш таъминланиши керак.

Бу шартлардан келиб чиқиб, тадқиқотлар натижаси $\theta \leq 7^\circ$ қабул қилиш тавсия этилади.

θ бурчаги қуйидагича аниқланади.

$$\operatorname{tg} \theta \leq \frac{1}{\sqrt{P_{\kappa 1}}}$$

бунда $P_{\kappa 1}$ – айланма бошидаги окимнинг кинетиклик параметри.

Айланманинг узунлиги қуйидагича топилади:

$$l_{\text{айл}} = \frac{b_{\kappa} - b}{2 \operatorname{tg} \theta}$$

шу билан биргаликда $l_{\text{айл}} \geq l_{\text{сак}}$ шarti қабул қилинган. Бу ерда $l_{\text{сак}}$ Ф.И.Пикалов формуласи

$$l_{\text{сак}} = 4h' \sqrt{1 + 2P_{\kappa 1}} \quad (10.7)$$

ёки О.Ф.Васильев формуласи

$$l_{\text{сак}} = \frac{b_1 l_n}{b_1 + 0,1 l_n \operatorname{tg} \theta} \quad (10.8)$$

ёрдамида аниқланади.

бунда l_n – тўғри бурчакли ўзандаги b кенгликнинг сакраш узунлигидир.

l_n – Чертоусов формуласи ёрдамида аниқланади:

$$l_{\text{сак}} = 10,3 h' (\sqrt{\Pi_{\kappa}} - 1)^{0,81} \quad (10.9)$$

Айланма ичида тинч ҳаракатнинг нотинч ҳаракат билан туташини ойдинлаштириш учун тезокар охиридаги туташган чуқурлик h'' ни топиш зарур. h'' ни топиш учун тўғрибурчак кесимли нопризматик ўзандаги сакраш тенгламасидан фойдаланамиз:

$$\frac{6Q^2}{gb_2' h''} + (h'')^2 (b_2' + 2b_1) - h'' h' (b_2' - b_1) = \frac{6Q^2}{gb_1 h'} + (h')^2 (b_1 + 2b_2') \quad (10.10)$$

Бу тенгламадан h'' танлаш йўли орқали топилади.

(10.10) тенгламадаги b_2' катталиқ сакраш охиридаги асос бўйича оқимнинг кенглигини билдириб, қуйидагича топилади:

$$b_2' = b_1 + 2l_{\text{сак}} \operatorname{tg} \theta$$

Агар сакраш баландлиги ва айланма узунлиги бир хил бўлса, у ҳолда b_2' олиб кетувчи кувур кенглиги билан бир хил бўлади.

$h'' < h_0$ да айланмадаги сакраш сурилган бўлади.

Сурилган сакрашни таъминлаш учун одатда сув урилма ховуз ёки девор каби сўндиргичлар лойиҳаланади.

Ховуз чуқурлиги қуйидагича топилади:

$$d = \sigma h'' - h_0$$

Ховуз узунлиги сакраш узунлигига тенг деб олиниб, устун мавжуд бўлса, тушиш узунлигини ҳам ўз ичига камраб олади.

Сув урилма деворли сўндиргич сув ўтказгич ёки пастки бьефдаги шаршара каби бьефлар туташини бўлимида баён этилган усуллар орқали ҳисобланади. Сув урилма деворли тезокарнинг чиқиш қисми ҳисоби эса 10.11-машқда келтирилган.

Агар пастки бьефдаги оқим тезокар томон сурилган бўлса, яъни $h'' < h_0$ да, тезокар бўлакда дамланиш эгрилиги деб ҳисоблаб, бу каби ҳисоб 10.13-машқда қўриб чиқилган.

Ғадир-будирлиги сунъий бўлган тезокарлар

Тезокарда тезликни кийматиини камайитириш мақсадида оддий майда, ўткир киррали сунъий яратилган ғадир-будирлик яратилади.

Бундай ғадир-будирликда одатдаги бетон ёки ёғоч сиртли новларга караганда гидравлик қаршилик катта бўлади. Ғадир-будирлиги сунъий равишда кучайтирилган тезокарлардаги ҳисобларга Шези формуласи асос қилиб олинган:

$$\nu = C\sqrt{Ri}$$

бунда

$$n_0 = \frac{1}{C}$$

ғадир-будирлик, демак,

$$\nu = \frac{1}{n_0} \sqrt{Ri} \quad (10.11)$$

Кучайтирилган ғадир-будирлик ҳисоби ғадир-будирликни турини танлаш, текис ҳаракатдаги тезоқарнинг берилган тезлик ёки чуқурликни таъминлангандаги қирра баландлиги топишдан иборат.

10.4-расмда асос ғадир будирлигининг 4 хил тури келтирилган. Бундай ғадир-будурликда проф. Е.А.Замарин ва проф. Ф.И.Пикаловлар n_0 коэффициентни аниқловчи эмпирик формулаларни таклиф қилишган.

$$\alpha = \frac{h}{\Delta}, \quad \beta = \frac{b}{h},$$

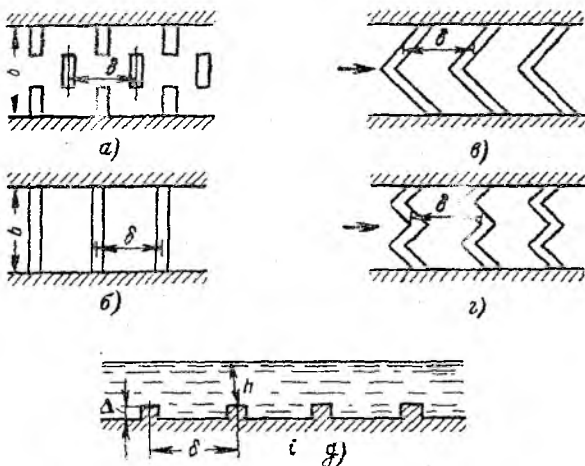
бунда Δ – ғадир-будирлик баландлиги;

h – қирралар устидаги оким чуқурлиги;

b – оким кенглиги.

а) алоҳида жойлашган оддий қирралар (10.4, а-расм)

$$1000n_0 = 54,5 - 2,1\alpha + 0,33\beta \quad (10.12)$$



10.4-расм.

б) оддий киррали

$$1000n_0 = 47,5 - 1,2\alpha + 0,1\beta \quad (10.13)$$

(10.12) ва (10.13) формулалар $8 \geq \alpha \geq 3$ ва $12 \geq \beta \geq 1$ учун ва нишаблик $i \neq 15\%$ учун ўринли.

Агар $i \neq 15\%$ (10.12), (10.13) формулалардаги n_0 ни 10.2-жадвалдан аникланувчи K коэффициентга кўпайтирилади.

в) бир букилишли зигзагсимон кирралар (10.4, в-расм)

$$1000n_0 = 85,8 - 3,9\alpha - 0,8\beta \quad (10.14)$$

10.14 формула $8 \geq \alpha \geq 3,5$ ва $6 \geq \beta \geq 1$ да ўринли.

г) икки букилишли зигзагсимон кирралар (10.4, г-расм)

$$1000n_0 = 116,1 - 6,1\alpha - 1,2\beta \quad (10.15)$$

10.2-жадвал

Формулалар	$i, \%$	4	7	10	15
(10.12) ва (10.13)	K	0,90	1,00	1,06	1,0
(10.14) ва (10.15)	K	0,75	0,85	0,93	1,0

10.15 ифода $12 \geq \alpha \geq 5$ ва $6 \geq \beta \geq 1$ да таалукли (10.14) ва (10.15) формулалар $i < 15\%$ да топилган $i \neq 15\%$ да n_0 нинг киймати 10.2-жадвалдаги K коэффициентга кўпайтирилади. Кирралар орасидаги масофа δ қуйидагича топилади:

$$\delta = 8\Delta$$

Асоси киррали ғадир-будирликдан иборат бўлган, нишаблиги $0,05 < i < 0,57$ бўлган тезоқар учун кирра ғадир-будирлиги баландлигини аниклаш учун О.М.Айвазян томонидан қуйидаги формула тавсия этилган:

$$\Delta = \frac{8g \omega^3}{Q^2 \chi} \frac{M + 2i^2}{-N \lg i} - h \frac{\chi}{b} \sqrt{P_*} \quad (10.16)$$

Тўғри бурчакли нов учун бу боғлиқлик қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\frac{h^3}{\chi} + \frac{1}{8\sqrt{g}} q N \Delta \lg i \frac{\sqrt{h}}{\chi} = \frac{1 \cdot q^2}{8gb} \frac{M + 2i^2}{i} \quad (10.17)$$

бунда N ва M – 10.3-жадвалдан аникланувчи ғадир-будирлик турига боғлиқ бўлган сонли кийматлар P_* окимнинг кинетиклик параметри

Қиррали ғадир будирликнинг тури	<i>M</i>	<i>N</i>
1) алоҳида жойлашган оддий қирралар	0,077	18
2) оддий қирралар	0,050	14
3) бир синикликли зигзагсимон қирралар	0,056	16
4) икки синикликли	0,065	23

О.М Айвазян фикрига асосан қирралар орасидаги масофа

$$\delta = 7\Delta$$

(10.16), (10.17) ифодалар орқали икки хил машқни ечиш мумкин: танланган ғадир будирлик тури бўйича:

1) берилган тезлик ва оким чуқурлигида қирра баланлиги ва улар орасидаги масофа (10.16) ифода ёрдамида;

2) берилган Δ ва δ (10.17) ифода бўйича яқинлашиш усули ёрдамида оким чуқурлигини топиш.

10.1-машқ.

$Q = 58 \text{ м}^3/\text{сек}$ сув сарфини ўтказиш учун каналда поғонали шаршара лойиҳалаштирилсин. Шаршара баландлиги $P = 2,1 \text{ м}$ тўғри бурчакли горизантал новли кириш кисми узунлиги $\delta = 5 \text{ м}$ кириш канали асоси билан бир сатҳда ётувчи текис ҳаракатдаги қиялик бурчаги $m = 2$ бўлган трапециясимон канал асос кенглиги $b_k = 4,6 \text{ м}$ ва чуқурлиги $h_0 = 1,22 \text{ м}$.

Аниқлаш керак:

а) каналда v_0 тезлиги сакланиб қолиш шартидан келиб чиққан ҳолда шаршаранинг кириш кисми ҳисоблансин, бунда шаршарадан олдин канал тузиш ҳам димланиш ҳам бўлмаслиги керак;

б) сурилган сакраш шаклидаги канал билан туташин шароитида шаршарадан кейинги сув урилма давор узунлиги ва чуқурлигини топиш.

Ҳисоблаш:

Шаршаранинг 10.5-расмдагидек ҳисобий схемасини тузамиз.

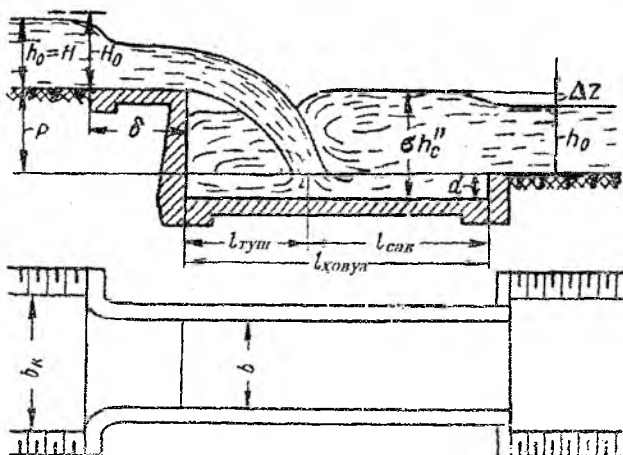
Шаршара олдида чуқурлик h_0 ва тезлик v_0 ўзгармас бўлиши зарур.

Берилган $\delta = 5$. $H = h_0 = 1,2$ (яъни $10 > \frac{\delta}{H} > 3$) $P = 0$ да кенг остонали сув

ўтказгич ҳисоблансин.

Сув ўтказгичга яқинлашаётган сув тезлигини

$$v_1 = \frac{Q}{(b_k + mh_0)h_0} = \frac{5,80}{(4,60 + 2 \cdot 1,22)1,22} = 0,67 \text{ м/сек}$$



10.5-расм

Яқинлашиш тезлиги ҳисобга олингандаги напор эса

$$H_0 = H + \frac{v_0^2}{2g} = 1,22 + \frac{0,67^2}{2 \cdot 9,81} = 1,24 \text{ м}$$

$b/b_k = 0,5$ нисбатда мос келувчи $m = 0,361$ сарф коэффициентдаги сув ўтказгич шаклини қабул қиламиз.

Сув ўтказгич албатта, бирлашган бўлади, чунки шаршарадан кейинги канал чуқурлиги тушиш девори баландлигидан кичик.

(10.1) ифодадан кириш кенглигини топамиз.

$$b = \frac{Q}{m \sqrt{2gH_0^{3/2}}} = \frac{5,80}{0,361 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,24^{3/2}}} = 2,62 \text{ м.}$$

$$\frac{b}{b_k} = \frac{2,62}{4,60} = 0,57 \text{ нисбатда } m \text{ коэффициенти қабул қилинган қийматдан}$$

деярли фарк қилмайди, шунинг учун шаршаранинг кириш қисми кенглигини $b = 2,62 \text{ м}$ деб қабул қиламиз.

Шаршара ортиқлиги тутатиши ҳисоби

Оқимчанинг шаршаранинг поғонасига тушиш жойида сиқилган чуқурлик h_c ва туташган чуқурлик h'' (9.2) ифодадаги бўйича аниқланади.

$$\Phi(\tau_c) = \frac{q}{\omega L_0^{3/2}},$$

бунда

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{5,80}{2,62} = 2,21 \text{ м}^3/\text{сек} \cdot \text{м}$$

$\varphi=0,98$ коэффициент ва $m=0,36$ да 8.5-жадвалдан аниқланади. Пастки бьефдаги канал асосига нисбатан шаршара олдидаги солиштирма оқим энергияси

$$E_0 = H_0 + P = 1,24 + 1,2 = 3,34 \text{ м.}$$

$$\Phi(\tau_c) = \frac{2,21}{0,98 \cdot 3,34^{3/2}} = 0,371$$

қийматига асосан XXIX жадвалдан $\tau_c'' \approx 0,5$ қийматни аниқлаймиз.

$h_c'' = \tau_c'' E_0 = 0,5 \cdot 3,34 = 1,67 \text{ м}$ чуқурлиги доимий ишлатиладиган чуқурлик $h_0 = 1,22 \text{ м}$ дан катта. Бундай ҳолларда узоклашган сакраш бўлади. Сурилган сакраш ҳолатини таъминлаш учун сув урилма ҳовузни ҳисоблаймиз.

Биринчи яқинлашишда ҳовуз чуқурлиги 9.14-ифодага асосан

$$d = h_c'' - h_0 = 1,67 - 1,22 = 0,45 \text{ м}$$

h_c ва h_c'' да ҳовуз чуқурлиги ўзгаради, чунки ҳовуз асос сатҳига нисбатан олинган оқим энергияси ошиб боради.

$$E_0 = H_0 + P + d = 3,34 + 0,45 = 3,79 \text{ м.}$$

Яна қуйидагини топамиз:

$$\Phi(\tau_c) = \frac{2,21}{0,98 \cdot 3,79^{3/2}} = 0,306,$$

Бу қийматга жадвалда $\tau_c'' = 0,47$ тўғри келади. Ҳовуздаги иккинчи туташ чуқурлик қуйидагига тенг:

$$h_c'' = 0,47 \cdot 3,79 = 1,78 \text{ м,}$$

$$d = h_c'' - h_0 = 1,78 - 1,22 = 0,56 \text{ м.}$$

Учинчи яқинлашишдаги энергия ва ҳовуз чуқурлигини ҳисоблаймиз:

$$E_0 = 3,34 + 0,56 = 3,90 \text{ м}$$

$$\Phi(\tau_c) = \frac{2,21}{0,98 \cdot 3,90^{3/2}} = 0,292$$

$$\tau_c'' = 0,46, \quad h_c'' = 0,46 \cdot 3,90 = 1,79 \text{ м,} \quad d = 1,79 - 1,22 = 0,57 \text{ м.}$$

Қўрииб турибдики, ҳовуз чуқурлигини яна ҳисоблаб аниқлаштиришга ҳожат йўқ. Δz —сатхлар фарқини ҳисобга олганда ҳовуз чуқурлигини аниқлаймиз. Бунда ҳовуздан каналга чиқишдаги захира коэффициентини $\delta = 1,05$ деб қабул қиламиз.

(9.11) ифодага асосан:

$$d = \sigma h_c'' - (h_0 + \Delta z) = 1,05 \cdot 1,79 - (1,22 + 0,10) = 0,56 \text{ м,}$$

бунда, (9.12) ифодага асосан сатхлар фарқи

$$\Delta z = \frac{q^2}{2gh_0^3} - \frac{\alpha v_0^2}{2g} = \frac{2,21^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 1,22^3} - \frac{1,05 \cdot 2,21^2}{2 \cdot 9,81 (1,05 \cdot 1,79)^2} = 0,1 \text{ м.}$$

Икки хил усулда топилган ҳовуз чуқурлиги бир хил бўлади. Ҳовуз чуқурлигини $d = 0,57$ м деб қабул қиламиз.

Ҳовуз узунлиги икки қисм йиғиндисидан иборат: оқимчанинг узунлиги ва тақалган сакраш узунлиги.

Тушиш узунлигини (9.23) ифода бўйича топамиз:

$$l_{\text{туш}} = 1,64 \sqrt{H_0 (P + 0,24 H_0)} = 1,64 \sqrt{1,24 (2,67 + 0,24 \cdot 1,24)} = 3,16 \text{ м},$$

бунда $H_0 = 0,24$ м — сув ўтказгичнинг олд қисмидаги напор;
 $P = 2,10 + 0,57 = 2,67$ м ҳовузнинг ҳисобий чуқурлигини эътиборга олгандаги оқимчанинг тушиш баъанлиги.

Ҳовуздаги тақалган сакраш узунлиги

$$l_{\text{сак}} = 3h_c'' = 3 \cdot 1,79 = 5,37 \text{ м}$$

ҳовуз узунлиги

$$l_{\text{куз}} = l_{\text{туш}} + l_{\text{сак}} = 3,16 + 5,37 = 8,53 \text{ м}$$

10.2-машқ.

$Q = 4,50$ м³/сек сув сарфини ўтказувчи трапециясимон каналдаги бир поғонали шаршара ҳисоблансин.

Шаршаранинг кириш қисми пастки қирраси пастки бьеф тубига томон пасайиб борувчи тўғри бурчакли девор кўринишда лойиҳаланган ($\alpha = 60^\circ$).

Каналдаги сатҳлар фарқи $P = 2,75$ м.

Шаршара кенглиги — $b = 3$ м кўмилмаслик шартидан келиб чиққан ҳолда шаршара олдидаги каналда тезлик $v_0 \leq 0,9$ м/сек, канал кенглиги $b_k = 4$ м. Берилган сув сарфида тўлишнинг нормал чуқурлиги $h_0 = 0,95$ м киялик коэффиценти $m = 1,5$. Шаршарада сурилган сакраш ҳолатида сув урилма девор ҳисоблансин.

Ҳисоблаш: Шаршарага кириш қисмининг ҳисоби.

Нормал чуқурликдаги каналнинг ҳаракатдаги кесим юзаси:

$$\omega = (b_k + mh_0)h_0 = (4 + 1,5 \cdot 0,95) = 5,15 \text{ м}^2$$

бунда тезлик:

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{4,50}{5,15} = 0,87 \text{ м/сек}.$$

Демак, шаршарадан олдин чуқурлик берилган $h_0 = 0,95$ м чуқурликдан кичик бўлмаслиги керак. Бу ерда тезлик $v = 0,87$ м/сек ювилиш тезлиги $v = 0,9$ м/сек га яқин.

Шаршаранинг кириш қисмини тўғри чизикли шаклдаги амалдаги қўлланиладиган сув ўтказгич деб фараз қилиб, 10.1-ифодадан сарф коэффиценти $m = 0,42$ аниқлаймиз

$$H_0 = \left(\frac{Q}{mb\sqrt{2g}} \right)^{2,3} \left(\frac{4,5}{0,42 \cdot 3\sqrt{19,62}} \right)^{2,3} = 0,86 \text{ м.}$$

$H_0 < h_0$ бўлгани учун кириш остонасини кўтариш зарур. Кириш конструкциясини тўғри бурчакли девор кўринишида қабул қиламиз. Деворнинг юкори қисми қалинлигини $S=0,5\text{м}$ деб фараз қилиб, напорни аниқлаймиз, бунда сарф коэффициентини 8.11-ифода бўйича топамиз

$$m = 0,42 \left(0,7 + 0,185 \frac{H}{S} \right) = 0,42 \left(0,7 + 0,185 \cdot \frac{0,86}{0,5} \right) = 0,43$$

кириш қисми ёнлама сикилиш шароитида бўлади, чунки $b < b_k$. Е.А.Замарин формуласига асосан $a=0,20$ деб қабул қилсак,

$$\varepsilon = 1 - a \frac{H_0}{b + H_0} = 1 - 0,20 \frac{0,86}{3 + 0,86} = 0,955$$

ва

$$b_c = b_\varepsilon = 3 \cdot 0,955 = 2,86 \text{ м.}$$

У ҳолда

$$H_0 = \left(\frac{4,50}{0,43 \cdot 2,86 \sqrt{19,62}} \right)^{2,3} = 0,88 \text{ м.}$$

ва

$$H = H_0 - \frac{v^2}{2g} = 0,88 - \frac{0,87^2}{19,62} = 0,84 \text{ м.}$$

Остона деворнинг кириш қисми баландлиги

$$P_{\text{кпр}} = h_0 - H = 0,95 - 0,85 = 0,11 \text{ м}$$

Шаршара ортидаги туташини ҳисоби

Пастки бьефга нисбатан оқимнинг солиштирма энергияси

$$E_0 = P + P_{\text{кпр}} + H_0 = 2,75 + 0,11 + 0,88 = 3,74 \text{ м.}$$

h_c ва h_c'' ни аниқлаш учун

$$\phi(\tau_c) = \frac{q}{\phi E_0^{3,2}} = \frac{1,5}{0,97 \cdot 3,74^{3,2}} = 0,217$$

XXIX жадвалдан $\tau_c'' = 0,39$ ва $h_c'' = \tau_c'' E_0 = 0,39 \cdot 3,71 = 1,46 \text{ м}$ ни топамиз.

бунда $q = \frac{Q}{b} = \frac{4,5}{3} = 1,5 \text{ м}^3/\text{сек}$ ва ϕ – Павловский бўйича топилган).

$h_c'' > h_0$ бўлганлиги сабабли, узоқлашган сакраш ҳосил бўлиши учун сув урилма девор баландлигини аниқлаймиз. $P = 3,1 \text{ м}$ деб фараз қилиб, девор устидаги напорни аниқлаймиз.

$$H_0 = \left(\frac{q}{m\sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{1,5}{0,42\sqrt{19,62}} \right)^{2/3} = 0,86 \text{ м.}$$

$$H_{01} = h_1 + \frac{0,86^2}{19,62} = 1,40 + 0,04 = 1,44 \text{ м.}$$

$$\text{бунда } v = \frac{q}{h_c''} = \frac{1,5}{1,46} = 1,03 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

(10.5) ифодага асосан сув урилма девор баландлиги:

$$P_{\text{оса}} = \sigma h_c'' - H = 1,05 \cdot 1,46 - 0,81 = 0,72 \text{ м.}$$

Девор ортидаги туташини текшираимиз (бунда девор олдидаги окимнинг солиштирма энергияси $E_0 = P_{\text{оса}} + H_0 = 0,72 + 0,86 = 1,58 \text{ м}$):

$$\Phi(\tau_c) = \frac{1,5}{1 \cdot 1,58^{3/2}} = 0,755$$

$$\tau_c'' = 0,66 \text{ ва } h_c'' = 0,66 \cdot 1,58 = 1,04 \text{ м.}$$

Девор ортида узоклашган сакраш ҳосил бўлади, чунки $h_c'' > h_0$.

Иккинчи девор баландлиги P_2 ни аниқлаймиз:

$$P_2 = \sigma h_c'' - H = 1,05 \cdot 1,04 - 0,81 = 0,28 \text{ м.}$$

Иккинчи девор баландлиги жуда кичик бўлгани учун девор ортидаги туташини текширишга ҳожат йўқ.

Деворнинг жойлашиш ўрнини аниқлаш учун окимчанинг тушиш узоклигини (9.24) ифодадан топамиз:

$$l_{\text{туш}} = S + 1,33\sqrt{H_0(P + 0,3H_0)} = 0,5 + 1,33\sqrt{0,88(2,75 + 1,3 \cdot 0,88)} = 2,66 \text{ м.}$$

Биринчи девордаги тақалган сакраш узунлиги

$$l_{\text{сак}} = 3h_c'' = 3 \cdot 1,46 \approx 4,4 \text{ м.}$$

Шаршара тубидаги пастки киррасидан биринчи деворгача бўлган масофа:

$$l_1 = l_{\text{туш}} - S - \frac{P + P_{\text{кпр}}}{\text{tg}\alpha} + l_{\text{сак}} = 2,66 - 0,5 - \frac{2,75 + 0,11}{1,73} + 4,40 = 4,89 \text{ м.}$$

Деворлар орасидаги масофа:

$$l_2 = l_{\text{туш}2} - S + l_{\text{сак}2},$$

$$l_{\text{туш}2} = 0,5 + 1,33\sqrt{0,86(0,72 + 0,3 \cdot 0,86)} = 1,7 \text{ м.}$$

$$l_{\text{сак}2} = 3h_c'' = 3 \cdot 1,04 = 3,12 \text{ м.}$$

$$\text{Демак, } l_2 = 1,70 - 0,5 + 3,12 = 4,32 \text{ м.}$$

Айланманинг кенгайиш бурчагини $\theta = 7^\circ$ деб қабул қиламиз, бунда унинг узунлиги

$$l_{\text{айн}} = \frac{b_s - b}{2\text{tg}\theta} = \frac{4 - 3}{2 \cdot 0,12} = 4,17 \text{ м.}$$

Гидравлик ҳисобга мос шаршара схемаси 10.6-расмда кўрсатилган.

10.3-маск.

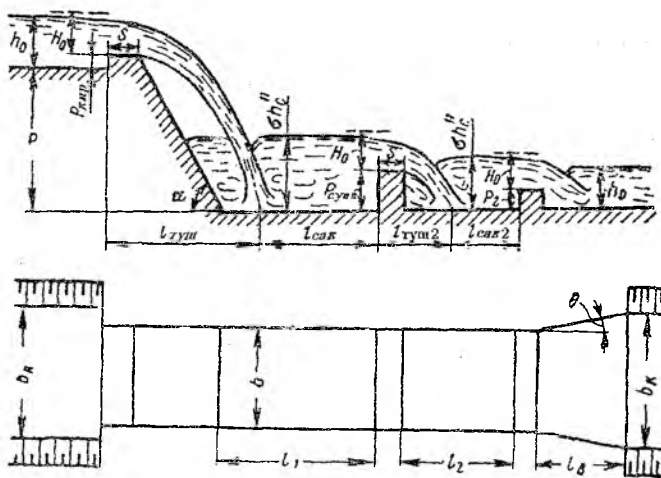
$Q = 8 \text{ м}^3/\text{сек}$ сув сарфини ўтказувчи трапециясимон каналдаги бир поғонали шаршара ҳисоблансин.

Вертикал тушиш баландлиги $P = 3,1 \text{ м}$. Шаршаранинг кириш қисми планда бироз эгилган тўғри бурчакли остонадан иборат (10.5-расм).

Каналда $h_0 = 1,22 \text{ м}$, $b_k = 5 \text{ м}$, $m = 1,5$.

Каналда текис ҳаракатни ва сурилган сакраш кўринишдаги туташини кенглиги ва сув урилма қисми ўлчамлари (ҳовузнинг чуқурлиги, узунлиги) ни топинг.

Жавоб: $b = 3,52 \text{ м}$, $d = 0,8 \text{ м}$ (Δz – сатхлар фарқини ҳисобламасдан), $l_{\text{хос}} = 9,46 \text{ м}$.



10.6-расм.

10.4-маск.

Ташлама каналда вертикал тушиш баландлиги $P = 2,7 \text{ м}$ бўлган бир поғонали шаршара лойихалансин.

Шаршара кенглиги $b = 4,2 \text{ м}$ солиштирама сув сарфи $q = 2,5 \text{ м}^3/\text{сек}$ 1 м кенгликда.

Шаршаранинг кўндаланг кесими ва планда тўғри бурчакли трапециясимон ташлама каналининг ўлчамлари.

$b_k = 7,6$, $m = 2$, $h_0 = 1,38$ ювиймаслик шартига асосан шаршара олдидаги каналда тезлик $v = 0,8$ м/сек бўлиши керак.

Шаршаранинг кириш қисми ва пастки бьеф билан туташилини ҳисобланг.

Узоқлашган сакраш бўлса, сув урилма деворни ҳисобланг. Шаршара схемасини тузинг.

Жавоб: $P_{\text{кпр}} = 0,21$ м; $P_{\text{дев}} = 0,97$ м; $l_{\text{хов}} = 8,4$ м; $P_{\text{дев}2} = 0,47$ м; $l_{\text{хов}2} = 6,1$ м.

10.5-машқ

Трапециясимон каналда $Q_{\text{мин}} = 5,0 \text{ м}^3/\text{сек}$ дан $Q_{\text{макс}} = 18 \text{ м}^3/\text{сек}$ сув сарфини ўтказувчи икки поғонали шаршара ҳисоблансин. Шаршара кенглиги $b = 6$ м.

Шаршара – тўғри бурчакли, тўлиш деворлари вертикалдир. Сув келаётган каналда текис сув оқим бўлиши учун, шаршаранинг бош қисмида тиркишли сув ўтказгични ҳисобланг.

Юқори ва пастки бьефлар сатҳдаги орасидаги фарқ – тушиш баланлиги $P = 6,8$ м.

Канал ўлчамлари (характеристикалари)

$b_k = 9$ м, $m = 2,0$, $n = 0,025$, $i = 0,00042$, $h_{\text{макс}} = 1,6$ м, $h_{\text{мин}} = 0,78$ м.

Ҳисоблаш: Шаршара бошидаги тиркишли сув ўтказгич ҳисоби. Тиркишлар сони (10.2) га асосан

$$n' = \frac{b_k}{1,5h_{\text{макс}}} = \frac{9}{1,5 \cdot 1,6} = 3,75$$

Ўрта тиркиш қабул қиламиз. Кириш олдидаги ҳисобий чуқурликни аниқлаймиз:

$$h_1 = h_{\text{макс}} - 0,25(h_{\text{макс}} - h_{\text{мин}}) = 1,60 - 0,25(1,60 - 0,78) = 1,40 \text{ м.}$$

$$h_2 = h_{\text{мин}} + 0,25(h_{\text{макс}} - h_{\text{мин}}) = 0,78 + 0,25 \cdot 0,82 = 0,98 \text{ м.}$$

Бу чуқурликдаги Q_1 ва Q_2 сарфларни текис ҳаракат ифодалар бўйича топамиз.

Ҳисоб-китобларни 10.4 жадвалга ёзамиз.

10.4-жадвал

$h, \text{м}$	$\omega, \text{м}^2$	$X, \text{м}$	$R, \text{м}$	$C\sqrt{R}$	$Q, \text{м}^3/\text{сек}$	$v,$
1,40	16,52	15,25	1,085	42,17	14,30	0,86
0,98	10,75	13,39	0,804	34,35	7,55	0,70

Эслатма: $C\sqrt{R}$ ни ҳисоблашда X жадвалдан фойдаланилган $\sqrt{i} = \sqrt{0,00042} = 0,0205$

Ҳисобланган $Q_1 = 14,3$ ва $Q_2 = 7,55 \text{ м}^3/\text{сек}$ сув сарфларга мос ҳолда сув ўтказгич олдидаги напорлар:

$$H_{01} = h_1 + \frac{0,86^2}{19,62} = 1,40 + 0,04 = 1,44 \text{ м},$$

$$H_{02} = h_2 + \frac{0,70^2}{19,62} = 0,98 + 0,02 = 1,00 \text{ м}.$$

10.1-жадвалдан H_{01} ва H_{02} напорлар учун мос ҳолда сарф коэффициентлари m' ни (10.3) ифодага асосан топилади:

$$m' = \frac{\frac{14,3}{2,15 \cdot 1,44^{3/2}} - \frac{7,55}{2,10 \cdot 1,0}}{3 \cdot 0,8(1,4 - 1,0)} = 0,26$$

Асосдаги тиркиш кенглигини (10.4) ифодага асосан топамиз:

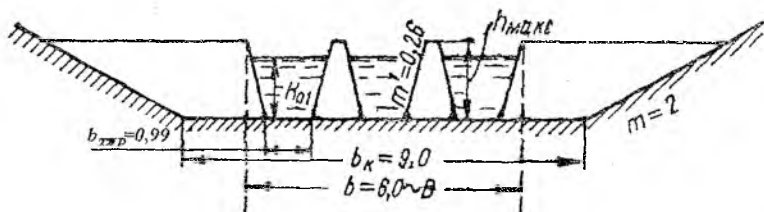
$$b_{\text{тир}} = \frac{14,3}{3 \cdot 2,15 \cdot 1,44^{3/2}} - 0,8 \cdot 0,26 \cdot 1,40 = 0,99 \text{ м}.$$

Тиркишли кириш бўйича шаршаранинг кўндаланг кенглигини топамиз. Бунда устки қисм бўйича тиркишлар орасидаги масофа $a_2 = 0,2 \text{ м}$, ва киришнинг максимал чуқурлик қисмидаги қиялик заҳираси $a_1 = 0,1 \text{ м}$ деб фарз қиламиз.

$$B = n'b_{\text{тир}} + 2n'm'(h_{\text{макс}} + a_1) + 2a_2 = 3 \cdot 0,99 + 6 \cdot 0,26(1,6 + 0,1) + 2 \cdot 0,2 = 6,02 \text{ м}.$$

$B = 6 \text{ м}$ бўлган шаршарани амалда қуриш мумкин.

Тиркишли кириш 10.7-расмда кўрсатилган.



10.7-расм.

Поғоналар ҳисоби.

Поғоналар баландлигини бир хил ва бир-бирига тенг деб қабул қиламиз:

$$\frac{P}{2} = \frac{6,8}{2} = 3,4 \text{ м}.$$

Поғоналар учун ҳисобий сув сарфи

$$Q_{\text{макс}} = 18,0 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Шаршарадаги яқинлашиш тезлиги

$$v_0 = \frac{Q}{\omega} = \frac{18,0}{(9 + 2 \cdot 1,6) \cdot 1,6} = 0,92 \text{ м/сек.}$$

Напор $H_0 = 1,6 + \frac{0,92^2}{2 \cdot 9,81} = 1,64 \text{ м.}$ Биринчи поғонадаги сатҳга нисбатан оқим энергияси $E_0 = 3,4 + 1,64 = 5,04 \text{ м.}$ $\varphi = 0,95$ деб қабул қилиб $\Phi(\tau)$ функциясини тузамиз:

$$\Phi(\tau_0) = \frac{q}{\varphi E_0^{3/2}} = \frac{3,0}{0,95 \cdot 5,04^{3/2}} = 0,279$$

XXIX жадвалга асосан $\tau_c'' = 0,437$ сикилган чуқурликдаги поғона чуқурлиги

$$h_c'' = \tau_c'' E_0 = 0,437 \cdot 5,04 = 2,20 \text{ м.}$$

Поғона охирида $m = 0,42$ бўлган тўғри бурчакли деворни лойиҳалаймиз. Девор устидаги напор:

$$H_0 = \left(\frac{q}{m \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{3,0}{0,42 \cdot 4,43} \right)^{2/3} = 1,375 \approx 1,38 \text{ м.}$$

Чуқурликдаги тезлик $\sigma h_c'' = 1,05 \cdot 2,20 = 2,31 \text{ м,}$ $v = \frac{q}{\sigma h_c''} = \frac{3,0}{2,31} = 1,3$

м/сек; бунда тезлик напори $\frac{v^2}{2g} = 0,08 \text{ м.}$

Тезлик напорини ҳисобга олмайдиган бўлсак

$$H = 1,38 - 0,08 = 1,3 \text{ м.}$$

Поғонадаги девор баландлиги (10.5) ифодага асосан:

$$P_1 = \sigma h_c'' - H = 2,31 - 1,30 = 1,01 \text{ м.}$$

Поғона узунлиги оқимчанинг тушиш узунлиги ва поғонадаги сакраш узунлиги йигиндисидан иборат. Тушиш узунлиги (9.23) ифодага асосан:

$$l_{\text{туш}} = 1,64 \sqrt{1,64(3,4 + 0,24 \cdot 1,64)} = 4,10 \text{ м,}$$

$$l_{\text{сак}} = 3 \cdot h_c'' = 3 \cdot 2,2 = 6,6 \text{ м.}$$

Поғона узунлиги $l_{\text{пог}} = 4,1 + 6,6 = 10,7 \text{ м.}$

Иккинчи поғона ҳисоби

Пастки бьеф асосига нисбатан биринчи поғонадаги оқим энергияси.

$$E_0 = \frac{P}{2} + P_1 + H_0 = 3,4 - 1,01 + 1,38 = 5,79 \text{ м.}$$

$$\Phi(\tau_c) = \frac{3,0}{0,95 \cdot 5,79^{3/2}} = 0,227 \quad \text{га} \quad \text{асосан} \quad \tau_c = 0,052 \quad \text{ва}$$

$$h_c = 0,052 \cdot 5,79 = 0,30 \text{ м.}$$

Туташган чуқурлик h_c ни (10.10) ифодага асосан топамиз, бунда $b = 6$ м ва $b_k = 9$ м. Ифодага қўйсак,

$$\frac{6Q^2}{gb_2h''} + (h'')^2(b_2 + 2b_1) - h''h'(b_2 - b_1) = \frac{6Q^2}{gb_1h'} + (h')^2(b_1 + 2b_2)$$

сон қийматларини қўйиб ҳисоблаймиз:

$$\frac{6 \cdot 18^2}{9,81 \cdot 9h''} + (h'')^2(9 + 2 \cdot 6) - h'' \cdot 0,30(9 - 6) = \frac{6 \cdot 18^2}{9,81 \cdot 0,30 \cdot 6} + 0,30^2(6 + 2 \cdot 9)$$

ва танлаш йўли оркали $h'' = 2,23$ м ни топамиз. $h'' = 2,23$ м чуқурлиги доимий ишлатиладиган $h_g = 1,6$ м дан катта бўлгани учун узоқлашган сакраш ҳосил бўлади.

Сурилган сакраш ҳосил бўлиши учун сув урилма ховузни ҳисоблаймиз. Биринчи яқинлашишда ховуз чуқурлиги $d = h'' - h_g = 2,23 - 1,60 = 0,63$ м, $d = 0,75$ м қабул қиламиз, бунда $E_0 = 6,54$, $\Phi(\tau_c) = 0,188$, $\tau_c = 0,043$ ва $h_c = 0,28$ м. (10.10) ифодага асосан танлаш йўли оркали $h'' = 2,32$ ни топамиз.

Иккинчи яқинлашишда ховуз чуқурлиги $d = 2,32 - 1,60 = 0,72$ м, ховуз чуқурлиги $d = 0,75$ м, кенгайиш бурчаги $\theta = 7^\circ$ ($\text{tg } 7^\circ = 0,12$) да айланма узунлигини топамиз:

$$l_{\text{айл}} = \frac{b_k - b}{2\text{tg } \theta} = \frac{9 - 6}{2 \cdot 0,12} = 12,5 \text{ м}$$

Сакраш айланма ичида жойлашишини текшираимиз.

Сакраш узунлигини (10.9) ифодадан топамиз:

$$l_{\text{сак}} = 10,3h'(\sqrt{\Pi_{k1}} - 1)^{0,81} = 10,3 \cdot 0,28(\sqrt{41,8} - 1)^{0,81} = 11,4 \text{ м.}$$

бунда

$$\Pi_{k1} = \frac{\alpha v_1^2}{gh'} = \frac{\alpha q^2}{g(h')^3} = \frac{1 \cdot 3^2}{9,81 \cdot 0,28^3} = 41,8.$$

$\text{tg } \theta = 0,12$ да (10.8) ифодага асосан

$$l_{\text{сак}} = \frac{bl_n}{b_1 + 0,1l_n \text{tg } \theta} = \frac{6 \cdot 11,4}{6 + 0,1 \cdot 11,4 \cdot 0,12} = 11,2 \text{ м,}$$

$l_{\text{айл}} = 12,5 \text{ м} > l_{\text{сак}} = 11,2 \text{ м}$, демак, сакраш айланмада жойлашади.

Ховуз узунлиги $l_{\text{хув}} = l_{\text{хувн}} + l_{\text{сак}}$

Девор каллинигини ҳисобга олмаганда тушиш узунлиги 9.25 ифодага асосан:

$$l = 1,33\sqrt{1,38(5,16 + 0,3 \cdot 1,38)} = 3,70 \text{ м,}$$

бунда $P = 3,4 + 1,01 + 0,75 = 5,16 \text{ м.}$

Ховуз узунлиги

$$l_{\text{хув}} = 3,7 + 12,5 = 16,2 \text{ м.}$$

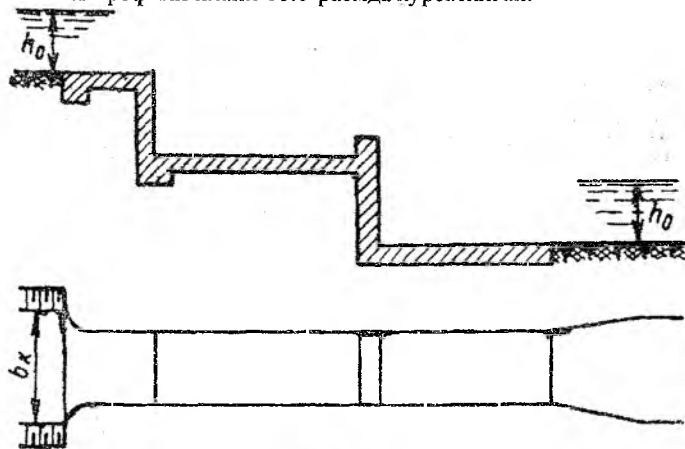
Ҳисобда ховуз кенглиги бошидан сиқилган кесимгача яъни l узунликда ўзгармас ва 6 м га тенг. Сиқилган кесимдан сўнг эса айланма бошланади. Агар айланма узунлигини $l + l_{\text{сик}}$ каби қабул қилсак, бутун узунлик бўйича ховуз кенглиги ўзгарувчан бўлади, лекин θ бурчак камаяди.

Ҳисобий чуқурлик ва $l_{\text{сик}}$ амалда ўзгаришсиз қолади.

10.6-машқ.

Планда кам эгилган ($P = 0$) кенг поғонали сув ўтказгичнинг кириш қисмида тўғри бурчакли икки поғонали шаршара ҳисоблансин.

Иншоат профили плани 10.8-расмда кўрсатилган.



10.8-расм.

Сув сарфи $Q = 12 \text{ м}^3/\text{сек}$. Юқори ва пастки бьеф сатхлари орасидаги фарқ $P = 5,2 \text{ м}$. Канал ўлчамлари: $b_k = 6,5 \text{ м}$; $m = 2,0$; $h_0 = 1,42 \text{ м}$.

Шаршара кенглиги олиб келувчи каналда нормал чуқурликни таъминлаш шартидан келиб чиққан ҳолда қабул қилинади. Сурилма сакрашдаги сув урилма ховузни ҳисобланг.

Ҳисобда аниқланган ўлчамлар бўйича оқимнинг ўқ бўйича профили ва иншоотлар планини чизинг.

Жавоб: $b = 4,2 \text{ м}$; $P_{\text{де}} = 0,93 \text{ м}$; $l_{\text{ног}} = 9,55 \text{ м}$; $d = 0,84$; $l_{\text{кю}} = 10,1 \text{ м}$.

10.7-машқ.

Қуйидаги параметрлари маълум бўлса, текис ҳаракатга яқин режимни ҳосил қилувчи тирқишли кириш қисми бўлган икки поғонали шаршара ҳисоблансин.

$Q_{\max} = 12 \text{ м}^3/\text{сек}$, $Q_{\min} = 4 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b_k = 6,5 \text{ м}$, $m = 1,5$, $i = 0,00034$, $n = 0,020$.

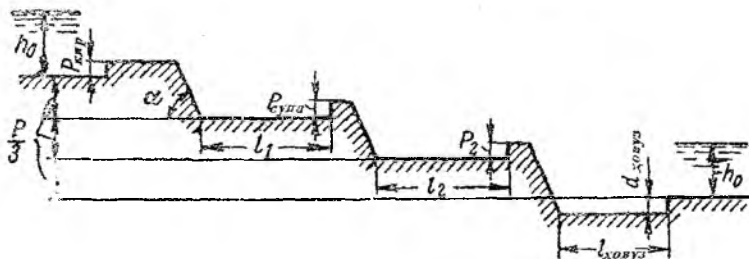
Тўғри бурчакли тушиш кенглиги $b = 5,5 \text{ м}$, вертикал тушиш деворлари юкори ва пастки бьеф сатхлари орасидаги фарқ $P = 8,2 \text{ м}$ ҳисобида аниқланган. Барча ўлчамлари кўрсатилган сатхлар фарки схемасини (планда ва профилда) чизинг.

Жавоб: Тиркишли киришнинг чуқурлиги ва сув сарфи $h_1 = 1,28 \text{ м}$, $Q_1 = 9,72 \text{ м}^3/\text{сек}$, $h_2 = 0,94$, $Q_2 = 5,66 \text{ м}^3/\text{сек}$. Тиркишлар сони 3 та, $b_{\text{тир}} = 0,68 \text{ м}$, $m' = 0,294$, $P_{\text{дев}} = 1,02$, $l_{\text{ног}} = 10,19 \text{ м}$, $d = 0,65 \text{ м}$, $l_{\text{хов}} = 9,75 \text{ м}$.

10.8-масиқ.

Трапедиясимон каналда $Q = 14 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарфни ўтказувчи уч поғонали сатхлар фарки ҳисоблансин.

Пастки ва юкориги сатхлари орасидаги фарқ $P = 11,4 \text{ м}$ (10.9-расм).



10.9-расм.

Канал ўлчамлари: $b_k = 8,0 \text{ м}$; $h_0 = 1,56 \text{ м}$, $m = 1,5$. Деворлар киялиги $\alpha = 60^\circ$ бўлган тўғри бурчакли сатхлар фарки. Сатхлар фарки кенглиги $q \leq 2,0 \text{ м}^3/\text{сек}$ 1 м да солиштирма сув сарфини ўтказиш қобилиятидан келиб чиққан ҳолда қабул қилинган. Кириш қисми кенг остонали сув ўтказгич кўринишидаги тўғри бурчакли қиррали сатхлар фарки каналдаги донийи шлатиладиган чуқурликни таъминлаши керак.

Ҳисобда аниқланган барча ўлчамлар бўйича оким профили ва иншоот планини чизинг.

Жавоб: $b = 7,0 \text{ м}$, $P_{\text{кир}} = 0,39 \text{ м}$, $P_{\text{дев}} = 0,99 \text{ м}$, $l_1 = 7,08 \text{ м}$, $P_{\text{дев}} = 1,02 \text{ м}$, $l_2 = 6,07 \text{ м}$, $d = 0,4 \text{ м}$, $l_{\text{хов}} = 6,81 \text{ м}$.

10.9-машқ

Трапециясимон каналда $Q=18 \text{ м}^3/\text{сек}$ сувни ўтказувчи бетон тезокарни ҳисобланг.

Канал ўлчамлари: $b_k=4,8 \text{ м}$, $m=2$, $h_0=1,95 \text{ м}$. Юқори ва пастки бьеф сатҳлари орасидаги фарқ $P=7,4 \text{ м}$, тезокар нишаблиги $i=0,0163$. Тезокарнинг кўндаланг қирқими тўғри бурчакли. Ҳисоб-китоблар каналдаги оқим текис ҳаракатда бўлгандаги ҳолат учун қилинади. Пастки бьефда сурилган сакраш ҳолатида сув урилма ховузни ҳисобланг. Топилган ўлчамлар бўйича иншоат схемасини чизинг.

Ҳисоблаш: Кириш қисмининг ҳисоби.

Кириш қисмини планда тўғри бурчакли кенг остонали сув ўтказгич кўринишида деб қабул қилиб, баландлиги $P=0$ да кириш қисмининг кенглигини топамиз.

(10.1) ифодадан

$$b = \frac{Q}{m\sqrt{2gH_0^{3/2}}}$$

Берилган тезликда каналдаги тезлик $v=1,06 \text{ м/сек}$, тезлик напори

$$\frac{v^2}{2g} = 0,06 \text{ м}$$
 ва кириш олдида напор

$$H_0 = h_0 + \frac{v^2}{2g} = 2,01 \text{ м}.$$

8.4-жадвалга асосан $m=0,355$ деб тахминан қабул қиламиз. $\left(\frac{b}{B}=0,8\right)$

у ҳолда

$$b = \frac{18,0}{0,355 \cdot 4,43 \cdot 2,01^{3/2}} = 4,0 \text{ м}.$$

Топилган кенгликда $\frac{b}{b_k} \approx 0,8$ га тенг, демак ҳисоб тўғри бажарилган.

Тезокар кириш қисми кенглигини $b=4,0 \text{ м}$ қабул қиламиз.

Тезоқар ҳисоби

Тезокардаги эркин сирт эгрилиги ҳисоби учун критик чуқурлик $h_{кр}$ ва ғадир-будурлик коэффиценти $n=0,017$ деб фараз қилиб текис ҳаракатдаги чуқурлик h_0 ни топамиз.

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{gb^2}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 18^2}{9,81 \cdot 4^2}} = 1,31 \text{ м}.$$

$$F(R_{кр}) = \frac{Q}{4m_n \sqrt{i}} = \frac{18}{8 \cdot 0,128} = 17,6 \text{ да топамиз}.$$

$$R_{z, \Delta K} = 0,635 \text{ м}, \frac{b}{R_{z, \Delta K}} = \frac{4}{0,635} = 6,30 \text{ м.}$$

$$\frac{h}{R_{z, \Delta K}} = 1,33 \text{ ва } h_0 = 1,33 \cdot 0,635 = 0,84$$

10.5-жадвал

$h, \text{м}$	σ	$F(\sigma)$	$hF(\sigma)$	z	Δz	$\Phi(z)$	$\Delta\Phi(z)$
1,31	0,655	1,017	1,335	1,276	-0,176	0,084	0,126
1,00	0,500	1,152	1,152	1,100	-0,062	0,210	0,151
0,90	0,450	1,208	1,085	1,038	-0,023	0,361	0,164
0,86	0,430	1,233	1,060	1,015		0,525	

$\theta(\sigma)$	Π'_K	$\Pi'_{K, \text{yp}}$	$1 - \Pi'_{K, \text{yp}}$	$1 - \Pi'_{K, \text{yp}}$	$A = \Delta\Phi(z) \times$ $\times (1 - \Pi'_{K, \text{yp}})$	$\frac{a}{i}$	$l, \text{м}$
0,314	3,45	3,51	-2,51	-0,316	0,140	108	15,1
0,326	3,58	3,59	-2,59	-0,391	0,329	99	32,6
0,327	3,60	3,60	-2,60	-0,427	0,404	107	43,2
0,327	3,61						91 м

h_0 чуқурлиги $h_{\text{кр}}$ чуқурликдан кичик, демак тезоқар қиялиги $i > i_{\text{кр}}$ оким остонага кириш қисмида нотинч ҳолатга ўтади ва тезоқарда сатҳнинг пасайиш эгрилиги шаклланади.

Тезоқар узувлиги

$$l = \frac{P}{\sin \theta} = \frac{7,40}{0,0163} = 454 \text{ м.}$$

Сатҳнинг пасайиш эгрилигини топамиз

$$l_{1-2} = \frac{a}{i} \{ z_2 - z_1 - (1 - \Pi'_{K, \text{yp}}) [\Phi(z_2) - \Phi(z_1)] \},$$

z ва Π'_K нинг қийматларини И.И.Агроскин усули билан топамиз.

Ҳисобни 10.5-жадвалга ёзамиз

$$\sigma = \frac{m_0 h}{b_{\text{yp}}} = \frac{2h}{4} = \frac{h}{2}, \quad \sigma_0 = \frac{h_0}{2} = \frac{0,84}{2} = 0,42,$$

$$F(\sigma_0) = 1,246, \quad h_0 F(\sigma_0) = 0,84 \cdot 1,246 = 1,045, \quad z = \frac{hF(\sigma)}{h_0 F(\sigma_0)},$$

$$\Pi'_K = \frac{0,112ib^{0,4}}{n^2} \theta(\sigma) = \frac{0,112 \cdot 0,0163 \cdot 4^{0,4}}{0,017^2} \theta(\sigma) = 11\theta(\sigma), \quad a = \frac{\Delta h}{\Delta z}.$$

10.5-жадвалдаги ҳисоб китоблардан сўнг 91 м масофада чуқурлик $h = 0,86 \text{ м}$ бўлади. Яъни оким тезоқардан узоклашганда тенг ҳаракат ҳосил бўлади. ($h_0 = 0,84 \text{ м} \approx 0,86 \text{ м}$), демакки, тезоқарнинг тугаш қисмидаги чуқурлик $h = h_0 = 0,84 \text{ м}$.

Туташган чуқурликни топамиз

$$h'' = \frac{h_0}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8\alpha q^2}{gh_0^3}} - 1 \right] = \frac{0,84}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8 \cdot 1 \cdot 4,5^2}{9,81 \cdot 0,84^3}} - 1 \right] = 1,83 \text{ м.}$$

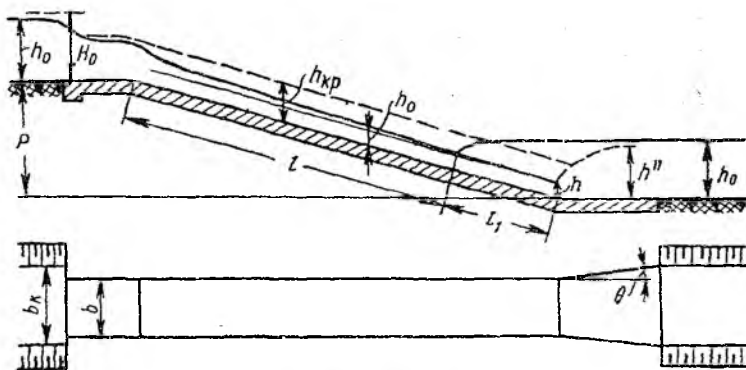
h'' чуқурлик одатдаги чуқурликдан $h_0 = 1,95$ м, демак пастки бьефдаги сакраш сурилган кўринишда бўлиб, сўндиришга ҳожат йўқ.

Тезоқардаги чуқурлик 1,83 м дан 1,95 м га ўтишида бизга маълум усулларда ҳисобланувчи эгри димланиш ҳосил бўлади. Тезоқар охиридан сакрашгача бўлган l_1 масофани қўйидагича аниқлаймиз:

$$l_1 = e + l_{\text{сак}} = \frac{h_0 - h''}{i} + l_{\text{сак}} = \frac{1,95 - 1,83}{0,0163} + 9,5 = 16,8 \text{ м,}$$

бунда $l_{\text{сак}}$ Ф.И.Пикалов формуласи (7.8)га асосан аниқланди.

10.10-расмда тезоқар схемаси кўрсатилган.



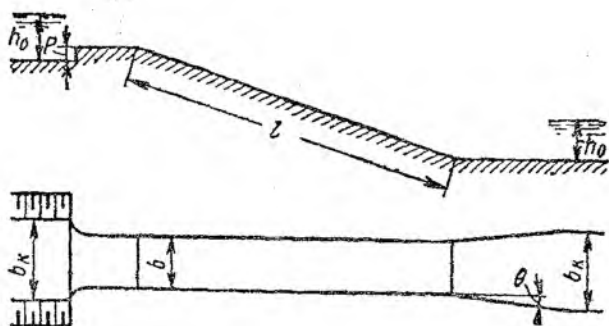
10.10-рasm.

10.10-машқ.

10.11-расмда кўрсатилган тезоқарнинг гидравлик ҳисоби бажарилсин.

Берилган $Q = 7,2 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b_k = 6 \text{ м}$, $h_0 = 1,38 \text{ м}$, $m = 1,5$. Тезоқарнинг кириш қисми планда эгилган кўринишда, остона $P = 0,4 \text{ м}$ ($m = 0,36$ кабул қилинган).

Тезоқар қиялиги $i = 0,09$, узунлик $l = 50 \text{ м}$, тезоқарнинг қўндаланг қисми тўғри бурчакли. Материал гадир-будирлик коэффициенти $n = 0,017$ бўлган бетон.



10.11-расм.

Тезокар кенглиги аниклансин. Тезокардаги эркин сирт эгрилигини чизинг. Тезокар охиридаги чуқурликни аникланг. Айланманинг кенгайиш бурчаги θ ни пастки бьефдаги туташ турини аникланг. Тезокардаги сув оқими эркин сирти профилини чизинг

Жавоб: $b = 4,52$ м, $h' = 0,25$ м, $\theta = 12^\circ$, $h'' = 0,49$ м. Тезокардаги сакраш сурилган шаклда $l_1 = 6,5$ м (l_1 — тақрибан топилган

$$l_1 = l_{\text{сак}} + \frac{h_0 - h''}{i}).$$

10.11-машқ

Тўғри бурчакли, кенглиги $b = 3,25$ м бўлган нов $Q = 8,5$ м³/сек сув сарфини ўтказади. Новнинг кичик қисмида бетонли тезокар лойиҳалансин, юкори бьефдаги сатҳ — 20,5 м, пастки бьефдаги сатҳ — 12,2 м.

Новнинг тезокардан олдинги жойида $h = 1,2$ м чуқурлик сакланиши шарт. Нов «110» маркали бетондан қилинган, ғадир-будирлик коэффиценти $n = 0,017$

Ҳисоблаш:

Тезокарнинг бутун узунлиги бўйича кенглиги бир хил $b = 3,25$ м деб қараймиз. Тезокарнинг кириш қисмини кенг остонали тўғри бурчакли ён томондан сиқилмаган сув ўтказгич деб ҳисоблаймиз, бунда $m = 0,366$ деб фараз қиламиз (8.5-жадвал).

Сув ўтказгич олдидаги напор (10.1) ифодага асосан:

$$H_0^{3/2} = \frac{Q}{mb\sqrt{2g}} = \frac{8,50}{0,366 \cdot 3,25 \cdot 4,43} = 1,615, \quad H_0 = 1,38 \text{ м.}$$

Новдаги тезлик

$$v_0 = \frac{Q}{\omega} = \frac{8,50}{3,25 \cdot 1,20} = 2,18 \text{ м/сек}, \frac{v^2}{2g} = 0,24 \text{ м.}$$

Яқинлашиш тезлигини ҳисобга олмаганда

$$H = 1,38 - 0,24 = 1,14 \text{ м.}$$

Тезоқар олдида $h = 1,2$ м чуқурликни саклаш учун сув ўтказгич кириш остонасининг баландлиги

$$P = h - H = 1,2 - 1,14 = 0,06 \text{ м.}$$

Тезоқарнинг қиялигини тезоқардаги рухсат этиладиган кийматидан келиб чиққан ҳолда қабул қиламиз.

Саёз чуқурликларда бошқаришнинг қийинчилиги туфайли «110» маркали бетонларда $v = 10$ м/сек олинади.

Бинобарин тезоқардаги энг кичик юза

$$\omega = \frac{Q}{v} = \frac{8,50}{10,0} = 0,85 \text{ м}^2,$$

чуқурлик

$$h = \frac{\omega}{b} = \frac{0,85}{3,25} = 0,26 \text{ м.}$$

бундан (X жадвалдан)

$$\chi = 3,77 \text{ м}, R = 0,225 \text{ м ва } C\sqrt{R} = 22,45$$

Шези формуласидан нишабликни топамиз:

$$\sqrt{i} = \frac{v}{C\sqrt{R}} = \frac{10,0}{22,45} = 0,446, i = 0,199$$

$i = \sin \alpha$ ва сатҳлар фаркидан келиб чиққан ҳолда тезоқар узунлиги

$$l = \frac{20,5 + 0,06 - 10,2}{0,199} = 52 \text{ м.}$$

Критик чуқурлик

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{gb^2}} = \sqrt[3]{\frac{1 \cdot 8,50^2}{9,81 \cdot 3,25^2}} = 0,88 \text{ м.}$$

$h_{кр} = 0,88 > h = 0,26$ бўлгани учун тезоқарда нотинч оқимнинг пасайиш эгрилиги шаклланади.

Тезоқардаги эркин сирт эгрилигини Бахметев усули орқали аниқлаймиз.

Ўзнинг гидравлик кўрсаткичи

$$\alpha = 2 \frac{\lg\left(\frac{Q_0}{Q}\right)}{\lg\left(\frac{h_0}{h}\right)}$$

бу ерда $h=0,5$ м да $\omega=0,5 \cdot 3,25=1,62 \text{ м}^2$, $\chi=3,25+2 \cdot 0,5=4,25$ м,
 $R=\frac{1,62}{4,25}=0,38$ м, $C\sqrt{R}=31,68$, $Q=23$ м³/сек.

10.6-жадвал

$h, \text{м}$	$\eta = \frac{h}{h_0}$	$\Delta\eta$	$\varphi(\eta)$	$\Delta\varphi(\eta)$	ω	ω^3	χ	R	$C\sqrt{R}$
0,88	3,38		0,044		2,86	23,5	5,0	0,57	41
0,78	3,00	-0,38	0,056	0,012	2,54	16,4	4,8	0,53	39
0,52	2,00	-1,00	0,132	0,066	1,69	4,8	4,3	0,39	32
0,30	1,15	-0,85	0,561	0,429	0,975	0,9	3,9	0,25	24
0,27	1,04	-0,11	0,967	0,406	0,88	0,7	3,8	0,23	23

10.6-жадвалнинг давоми

Q'	$(Q')^2$	$\frac{\alpha(Q')^2 B}{g\omega^2}$	$\Pi'_{\kappa, \text{yp}}$	$1 - \Pi'_{\kappa, \text{yp}}$	$(1 - \Pi'_{\kappa, \text{yp}}) \Delta\varphi \text{ кА}$	$\Delta\varphi - A$	$l, \text{м}$
52,5	2760	42,6	43,4	-42,4	-0,51	0,13	0,17
44,6	1990	44,2	44,3	-43,3	-2,86	1,86	2,42
24,3	590	44,5	44,2	-43,2	-18,50	17,65	23,0
10,6	112	44,0	43,7	-42,7	-17,40	17,29	22,6
9,0	81	43,4					48,19

Бундан

$$x = \frac{2 \lg \frac{8,50}{23,0}}{\lg \frac{0,26}{0,50}} = 3,04 \approx 3,0.$$

тенгламадан

$$l = \frac{h_0}{i} \{ \eta_2 - \eta_1 - (1 - j) [\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)] \},$$

бунда

$$j = \frac{\alpha C^2 i B}{g \chi} = \Pi_{\kappa} = \frac{\alpha (Q')^2 B}{g \omega^3},$$

$h_{\kappa p}$ ва h_0 чуқурликлар катталиклари бўлимида кийматлар бериб тезоқардаги эркин сирт эгрилиги узунлигини аниқлаймиз. Ҳисоб китоб натижаларини 10.6-жадвалга ёзамиз. 10.6-жадвалдан, тезоқар охирида чуқурлиги $h=0,27$ м текис ҳаракатга яқин ҳаракат ҳосил бўлади, деган ҳулосага келамиз. Тезоқар ортида туташининг турини белгилаш учун $h=0,27$ м билан туташган чуқурликни аниқлаймиз.

$$h'' = \frac{0,27}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \frac{1 \cdot 8,50^2}{3,25^2 \cdot 9,81 \cdot 0,27^3}} - 1 \right] = 2,06 \text{ м.}$$

h'' чуқурлик $h = 1,2$ м дан катта бўлгани учун узоқлашган сакраш бўлади.

Энди сурилма сакраш ҳосил бўладиган сув урилма деворини ҳисоблаймиз. Деворни тўғри бурчакли ($m = 0,42$) қабул қилиб, унинг устидаги напорни аниқлаймиз

$$H_0^{3/2} = \frac{Q}{mb\sqrt{2g}} = \frac{8,50}{0,42 \cdot 3,25 \cdot 4,43} = 1,405, \quad H_0 = 1,25 \text{ м.}$$

Девор олдидаги тезлик

$$v_0 = \frac{Q}{\sigma h'' b} = \frac{8,50}{1,05 \cdot 2,06 \cdot 3,25} = 1,21 \text{ м/сек.}$$

Тезкорлик босимни эътиборга олмасак $\frac{v_0^2}{2g} = 0,07$ девор устидаги напор $1,18$ м га тенг бўлади

$$H = 1,25 - 0,07 = 1,18 \text{ м.}$$

Девор баландлиги эса

$$P_1 = \sigma h'' - H = 1,05 \cdot 2,06 - 1,18 = 0,98 \text{ м.}$$

Тезоқар охиридан деворгача бўлган масофа l_1 ни Ф.И.Пикалов формуласи билан аниқланувчи димланган сакраш узунлигига тенг деб қабул қиламиз.

$$l_1 = l_{\text{сак}} = 3h_c'' = 3 \cdot 2,06 = 6,18 \text{ м.}$$

девор ортидаги туташни аниқлаймиз

$$E_0 = P + H_0 = 0,98 + 1,25 = 2,23 \text{ м,}$$

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{8,5}{3,25} = 2,61 \text{ м}^3 / \text{сек} \cdot \text{м,}$$

$$\Phi(\tau_c) = \frac{q}{\varphi E_0^{3/2}} = \frac{2,61}{0,95 \cdot 2,23^{3/2}} = 0,825,$$

XXIX жадвалдан $\tau_c'' = 0,675$ ва $h_c'' = \tau_c'' E_0 = 0,675 \cdot 2,23 = 1,50 \text{ м.}$

$h_c'' > h$ бўлгани учун узоқлашган сакраш, шу сабабли сув урилма девор ўрнатилиши лозим.

Биринчи ва иккинчи деворлар орасидаги тезлик

$$v_0 = \frac{Q}{\sigma h'' b} = \frac{8,5}{1,05 \cdot 1,5 \cdot 3,25} = 1,66 \text{ м/сек,} \quad \frac{v_0^2}{2g} = 0,14 \text{ м,}$$

$$H = 1,25 - 0,14 = 1,11 \text{ м}$$

иккинчи девор баландлиги

$$P_2 = \sigma h'' - H = 1,05 \cdot 1,5 - 1,11 = 0,47 \text{ м.}$$

Биринчи ва иккинчи деворлар орасидаги l_2 масофа $l_{\text{сак}} + l_{\text{туш}}$ йиғинди кўринишда аникланади. (9.25) ифодага кўра

$$l = 1,33\sqrt{H_0(P + 0,3H_0)} = 1,33\sqrt{1,25(0,98 + 0,3 \cdot 1,25)} = 1,73 \text{ м},$$

$$l_{\text{сак}} = 3h'' = 3 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ м},$$

демак,

$$l_2 = 1,73 + 4,5 = 6,23 \text{ м}.$$

Иккинчи девор ортидаги оқим туташинини аниқлаймиз:

$$E_0 = P_2 + H_0 = 0,47 + 1,25 = 1,72 \text{ м}.$$

$$\Phi(\tau_c) = \frac{2,61}{0,95 \cdot 1,72^{3/2}} = 1,21 \quad \text{дан} \quad \tau_c'' = 0,745 \quad \text{ва} \quad h_c'' = 0,745 \cdot 1,72 = 1,28$$

эканлигини аниқлаймиз.

Сакраш яна узоклашган бўлади, чунки $1,28 > 1,2$ биринчи деворни ҳисоблаймиз.

Иккинчи девор ортидаги тезлик

$$v_0 = \frac{8,50}{1,05 \cdot 1,28 \cdot 3,25} = 1,94 \text{ м/сек}, \quad \frac{v_0^2}{2g} = 0,19 \text{ м},$$

напор $H = 1,25 - 0,19 = 1,06 \text{ м}$, учинчи девор баландлиги

$$P_3 = 1,05 \cdot 1,28 - 1,06 = 0,29 \text{ м}.$$

Учинчи девор ортидаги туташини текшириш қуйидагиларни беради:

$$E_0 = 0,29 + 1,25 = 1,54 \text{ м},$$

$$\Phi(\tau_c) = \frac{2,61}{0,95 \cdot 1,54^{3/2}} = 1,43, \quad \tau_c'' = 0,75$$

ва

$$h_c'' = 0,75 \cdot 1,54 \approx 1,15 \text{ м}.$$

$h_c'' = 1,15$ да сурилган сакраш, иккинчи девордан учинчи деворгача бўлган масофа

$$l = 1,33\sqrt{1,25(0,47 + 0,3 \cdot 1,25)} = 1,36 \text{ м},$$

$$l_{\text{сак}} = 3h_c'' = 3 \cdot 1,28 = 3,84 \text{ м},$$

$$l_3 = l + l_{\text{сак}} = 1,36 + 3,84 = 5,20 \text{ м}.$$

Ишзоат схемаси 10.12-расмда кўрсатилган.

10.12-машқ.

10.13-расмда бош қисмини тўсик билан ростловчи тўғри бурчакли кесимдаги тезокар кўрсатилган. $Q = 11,0 \text{ м}^3/\text{сек}$ ва қуйидаги берилган шароитларда тезокардаги эркин сирт эгрилиги ҳисоблансин ва чизилсин.

Олиб келувчи ва олиб кетувчи канал кенглиги $b = 4 \text{ м}$, $m = 1,5$ тўсик олдидаги чуқурлик $h = 1,8 \text{ м}$.

Тезокар сохаларида $i_1 = 0$, $l_1 = 12$ м, $i_2 = 0,08$, $l_2 = 30$ м. Тезокар ғадир-будирлик коэффициентини $n = 0,017$ бўлган бетондан қилинган тўсик кенглиги ҳам $b = 4$ м га тенг.

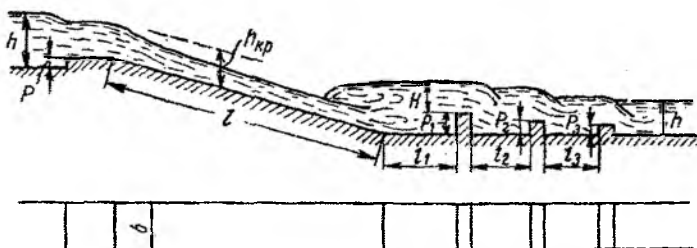
Ҳисоблаш: $Q = 11,0$ м³/сек сув сарфини ўтказиш учун тўсиқнинг a очилиш баландлигини аниқлаймиз.

Яқинлашиш тезлиги

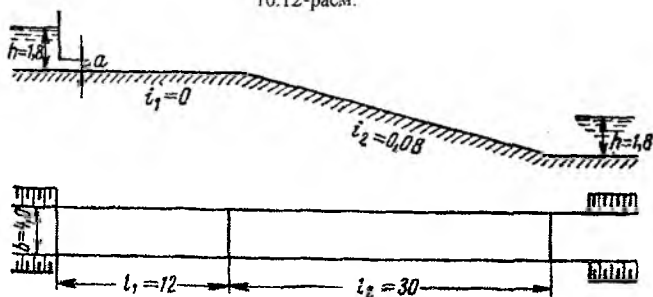
$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{11,0}{(4 + 1,5 \cdot 1,8)1,8} = 0,91 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Яқинлашиш тезлигини эътиборга олиб тўсиқ олдидаги напорни топамиз.

$$H_0 = h + \frac{v^2}{2g} = 1,8 + \frac{0,91^2}{19,62} = 1,84 \text{ м}.$$



10.12-расм.



10.13-расм.

Тўсиқ оркасидаги сиқилган чуқурликни аниқлаймиз.

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{11}{4} = 2,75 \text{ м}^3 / \text{сек} \cdot \text{м} \text{ ва } h = 1,8 \text{ м}$$

булса,

$$\Phi(\tau_c) = \frac{q}{\phi E_0^{3/2}} = \frac{2,75}{0,95 \cdot 1,84^{3/2}} = 1,16$$

XXIX жадвалдан $\tau'_c = 0,317$, $h'_c = \tau'_c E_0 = 0,317 \cdot 1,84 = 0,58 \text{ м}$. Сиқилиш коэффициенти $\varepsilon = h'_c / a$ яқинлашиш методи орқали a ни топамиз. $i = 0,01$ қиймат берамиз. Бундан

$$a = \frac{h'_c}{\varepsilon} = \frac{0,58}{0,62} = 0,94 \text{ м}$$

ва

$$\frac{a}{H} = \frac{0,94}{1,8} = 0,53.$$

Бу қийматга 9.2-жадвалда $\varepsilon = 0,648$ мос келади. Аниқлик қийматига янада аниқлик киритамиз.

$$a = \frac{0,58}{0,648} = 0,90$$

бунда

$$\frac{a}{H} = \frac{0,9}{1,8} = 0,5 \text{ ва } \varepsilon = 0,645$$

$h_c = 0,9 \cdot 0,645 = 0,58 \text{ м}$, демак $a = 0,9$.

Биринчи соҳадаги эркин сирт эгрилигини ҳисоблаймиз. Критик чуқурлик

$$h_{kp} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 2,75^2}{9,81}} = 0,946 \text{ м}.$$

$h_c = 0,58 \text{ м}$ чуқурлик критик чуқурлик h_{kp} дан кичик. Шунинг учун горизонтал соҳада нотинч оқим бўлиб, димланиш эгрилиги ҳосил бўлади.

Бу соҳа охиридаги чуқурликни аниқлаш учун $i = 0$ даги Бахметовнинг эгрилик тенгламасидан фойдаланамиз.

$$I_{1-2} = \frac{h_{kp}}{i_{kp}} \left[j_{kp, \text{сп}} (\xi_2 - \xi_1) - \frac{\xi_2^{x+1} - \xi_1^{x+1}}{x+1} \right]$$

бунда i_{kp} — критик нишаблик; x — ўзанинг гидравлик кўрсаткичи

$$\xi = \frac{h}{h_{kp}}, \quad j_{kp} = \frac{\alpha C^2 i_{kp} B}{g \chi}.$$

$$h_{kp} = 0,946 \text{ м}, \quad \omega_{kp} = 4 \cdot 0,946 = 3,79 \text{ м}^2, \quad \chi_{kp} = 4 + 2 \cdot 0,946 = 5,89,$$

$$R_{кр} = \frac{3,79}{5,89} = 0,644 \text{ м}, C_{кр} \sqrt{R_{кр}} = 44,5,$$

$$K_{кр} = \omega_{кр} C_{кр} \sqrt{R_{кр}} = 168 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Бу қийматлардан

$$i_{кр} = \frac{Q^2}{\omega_{кр}^2 C_{кр}^2 R_{кр}} = \frac{Q^2}{K_{кр}^2} = \frac{11,0^2}{168^2} = 0,00426$$

χ ни топиш учун ихтиёрий олинган $h = 0,7 \text{ м}$ да $\omega = 2,8 \text{ м}^2$ ни ҳисоблаймиз:

$$\chi = 5,4 \text{ м}, R = 0,52 \text{ м}, C\sqrt{R} = 38,78, K = \omega C\sqrt{R} = 108.$$

Бахметев бўйича

$$x = \frac{2 \lg \frac{K}{K_{кр}}}{\lg \frac{h}{h_{кр}}} = \frac{2 \lg \frac{108}{168}}{\lg \frac{0,70}{0,946}} = 2,93 \approx 3,0.$$

Тенгламанинг ҳисобланиш натижаларини 10.7-жадвалга ёзамиз.

10.7-жадвал

$h, \text{м}$	ξ	$\xi_2 - \xi_1$	ξ^4	$\frac{\xi_2^4 - \xi_1^4}{4}$	$\omega, \text{м}^2$	$\chi, \text{м}$	$R, \text{м}$
0,58	0,612	0,032	0,139	0,008	2,32	5,16	0,45
0,61	0,644	0,032	0,171	0,0095	2,44	5,22	0,47
0,64	0,676	0,032	0,209		2,56	5,28	0,485

10.7-жадвалнинг давоми

C^2	$j_{кр}$	$j_{кр.вр}$	$j_{кр.вр}(\xi_2 - \xi_1)$	$j_{кр.вр}(\xi_2 - \xi_1) - \frac{\xi_2^4 - \xi_1^4}{4}$	$l, \text{м}$
2770	1,030	1,03	0,033	0,025	5,6
2810	1,030	1,03	0,033	0,0235	5,2
2840	1,030				

Қуйидаги ифодаларни ечамиз:

$$\frac{i_{кр} \alpha B}{g} = \frac{0,00426 \cdot 1,1 \cdot 4}{9,81} = 0,00192$$

ва

$$\frac{h_{кр}}{i_{кр}} = \frac{0,946}{0,00426} = 222$$

10.7-жадвал натижаларига кўра, горизонтал соха охирида $h = 0,64$ м. Бу чуқурлик $i = 0,08$ нишабликка эга бўлган иккинчи соха учун бошланғич ҳисобланади. $i > 0$ учун пасайиш эгрилиги ҳисобини Бахметев усули бўйича аниқлаймиз:

$$l = \frac{h_0}{i} \{ \eta_2 - \eta_1 - (1 - j_{yp}) [\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)] \}$$

Тезокардаги нормал чуқурликни топамиз.

$$F(R_{r,z,k}) = \frac{Q}{4m_0\sqrt{i}} = \frac{11,0}{8\sqrt{0,08}} = 4,87 \text{ м}$$

Х жадвалдан $R_{r,z,k} = 0,39$ ни топамиз.

$$\frac{b}{R_{r,z,k}} = \frac{4}{0,39} = 10,5, \quad \frac{h}{R_{r,z,k}} = 0,911, \text{ демак, } h_0 = 0,911 \cdot 0,39 = 0,355 \text{ м.}$$

Даставвал $\frac{\alpha i B}{g}$ ифодани ечиб, сўнгра пасайиш эгрилигининг ҳисобини

10.8-жадвалга ёзамиз.

$$\frac{\alpha i B}{g} = \frac{1,1 \cdot 0,08 \cdot 4}{9,81} = 0,0359$$

$$\frac{h_0}{i} = \frac{0,355}{0,08} = 4,44$$

10.8-жадвалдаги ҳисоб-китоблардан кўриниб турибдики, тезокарда тинч ҳаракат қарор топмайди тезокар охиридаги чуқурлик $h \approx 0,4$ м. Бундай чуқурликдаги тезлик

$$v = \frac{q}{h} = \frac{2,75}{0,4} = 6,9 \text{ м/сек.}$$

Пастки бьеф билан туташиш характерини аниқлаш учун туташган чуқурликни $h = 0,4$ м да аниқлаймиз

$$h'' = \frac{0,4}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \frac{2,75^2}{9,81 \cdot 0,4^3}} - 1 \right] = 1,77 \text{ м.}$$

$h'' = 1,77$ м чуқурлик $h_0 = 1,8$ м одатдаги чуқурликка яқин бўлгани учун тезокар охирида сакраш ҳосил бўлади.

$$P_k = \frac{q^2}{gh^3} = \frac{2,75^2}{9,81 \cdot 0,4^3} = 12 \text{ учун Павловский формуласи бўйича}$$

сакраш узунлигини аниқлаймиз

$$l_{cck} = 2,5(1,9h'' - h') = 2,5(1,9 \cdot 1,77 - 0,4) = 7,4 \text{ м.}$$

$h'' \approx h_0$ деб эътироф этиб, чуқурлиги $d = 0,2$, узунлиги $l = 7,4$ бўлган сув урилма кудукни лойиҳалаймиз.

$h, м$	$\eta = \frac{h}{h_0}$	$\Delta\eta$	$\varphi(\eta)$	$\Delta\varphi(\eta)$	$\omega, м^2$	$\chi, м$	$R, м$	C^2	j	j_{yp}	$1 - j_{yp}$	$(1 - j_{yp})\Delta\varphi(\eta)$	$\Delta\eta - (1 - j_{yp})\Delta\varphi(\eta)$	$l, м$
0,64	1,80	-0,39	0,166	0,132	2,56	5,28	0,485	2840	19,3	19,3	-18,3	-2,42	2,03	9,0
0,50	1,41	-0,28	0,298	0,304	2,00	5,00	0,400	2680	19,3	19,1	-18,1	-5,50	5,22	23,2
0,40	1,13		0,602		1,60	4,80	0,334	2530	18,9					32,2

Изох: 1. Бунда C^2 катталик $C\sqrt{R}$ ифода қиймати X жадвалдан аниқлаиб, $\frac{(C\sqrt{R})^2}{R}$ амал ёрдамида аниқланади.

$$2. j_{yp} = \frac{\alpha i B C^2}{g \chi}$$

3. $\varphi(\eta) = \int_{1-\eta^x}^{\eta} \frac{d\eta}{1-\eta^x}$ қиймати $x=3$ бўлган ҳолат учун Н.Н.Павловский, (Гидравлический справочник, ОНТИ, 1937, 819-бет) қўлланмасидан аниқланади.

$h, м$	σ	$F(\sigma)$	$hF(\sigma)$	z	Δz	$\Phi(z)$	$\Delta\Phi(z)$	$\theta(\sigma)$	Π'_κ	$\Pi'_{\kappa,yp}$	$1 - \Pi'_{\kappa,yp}$	$(1 - \Pi'_{\kappa,yp})\Delta\Phi(z)$	$\Delta z - (1 - \Pi'_{\kappa,yp})\Delta\Phi(z)$	$\frac{a}{i}$	$l, м$
0,56	0,224	1,631	0,914	0,878	0,035	0,972	0,0770	0,314	2,32	2,33	-1,33	-0,102	0,137	114	15,6
0,60	0,240	1,584	0,950	0,913	0,037	1,049	0,1160	0,317	2,34	2,35	-1,35	-0,157	0,194	108	21,0
0,64	0,256	1,542	0,988	0,950	0,040	1,165	0,0309	0,319	2,36	2,37	-1,37	-0,424	0,464	125	58,0
0,69	0,276	1,494	1,030	0,990		1,474		0,322	2,38						94,6

Изох: бунда $\sigma_0 = \frac{2h_0}{b} = 0,28$, $m=0$, $F(\sigma_0)=1,485$, $h_0F(\sigma_0)=1,04$, $\Pi'_\kappa = \frac{0,112ib^{0,4}}{n^2} \theta(\sigma) = 7,39\theta(\sigma)$, $z = \frac{hF(\sigma)}{h_0F(\sigma_0)}$, $a = \frac{\Delta h}{\Delta z} F(\sigma)$

– функция XXIIIa жадвалдан; $\theta(\sigma)$ – XXIIIb жадвалдан; $\Phi(z)$ – XXIIg жадвалдан олинди.

Яқинлашиш тезлиги

$$v_0 = \frac{Q}{(b_k + mh_0)h_0} = \frac{14}{(6 + 2,5 \cdot 1,9)1,9} = 0,69 \text{ м}^3/\text{сек},$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = 0,024 \text{ м.}$$

$$H = H_0 - \frac{v_0^2}{2g} = 1,31 - 0,02 = 1,29 \text{ м.}$$

Кириш девор баландлиги

$$P = h_0 - H = 1,90 - 1,29 = 0,61 \text{ м.}$$

Тезоқар ҳисоби

Девор ортидаги сикилган чуқурликни топамиз.

$$\Phi(\tau_c) = \frac{q}{\Phi E_0^{3/2}}$$

бунда

$$q = \frac{14}{5} = 2,8 \text{ м}^3/\text{сек} \cdot \text{м.}$$

$\varphi = 0,97$ (Павловский бўйича)

$$E_0 = P + H_0 = 0,61 + 1,31 = 1,92 \text{ м.}$$

$$\Phi(\tau_c) = \frac{2,8}{0,97 \cdot 1,92^{3/2}} = 1,085, \quad \tau_c = 0,291,$$

$$h_c = \tau_c E_0 = 0,291 \cdot 1,92 = 0,56 \text{ м.}$$

Тезоқардаги эркин сирт шаклини аниқлаш учун критик ва нормал чуқурликни топамиз

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 2,80^2}{9,81}} = 0,96 \text{ м.}$$

Нормал чуқурлик $h_0 = 0,7 \text{ м}$ (Агроскин усулида топилган).

Девор ортидаги чуқурлик $h_c < h_0 < h_k$ бўлгани учун C' кўринишидаги димланишнинг эгрилиги шаклланади.

Дастлаб девордан сикилган чуқурлик кесимиғача бўлган масофани (9-25) ифодага кўра аниқлаймиз.

$$l = 1,33 \sqrt{H_0(P + 0,3H_0)} = 1,33 \sqrt{1,31(0,61 + 0,3 \cdot 1,31)} = 1,5 \text{ м.}$$

Димланиш эгрилиги ҳисобини Агроскин усулида ҳисоблаймиз

$$l_{1-2} = \frac{a}{i} \{ z_2 - z_1 - (1 - \Pi'_{к,вр}) [\Phi(z_1)] \}$$

Ҳисоб натижаларини 10.9-жадвалга ёзамиз, 10.9-жадвалдан димланиш тезоқарнинг бутун узунлиги $l = 95 \text{ м}$ бўйича таркалади, кейин тезоқар охириғача чуқурлиги $h = 0,7 \text{ м}$ бўлган тинч ҳаракат қарор топади.

$$h_0 = 0,7 \text{ м да тезлик } v = \frac{q}{h_0} = \frac{2,8}{0,7} = 4 \text{ м/сек.}$$

Тезоқарнинг тугаш қисмида туташган чуқурликни аниқлаймиз

$$h_0'' = \frac{0,7}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \left(\frac{0,96}{0,70} \right)^3} - 1 \right] = 1,28 \text{ м.}$$

h_0'' чуқурлик одатдаги чуқурликдан кичик бўлгани учун $h_0 = 1,9 \text{ м}$. У ҳолда тезоқарда сакраш сурилган ҳосил бўлади ва сундиргичга ҳожат бўлмайди. Айланманинг кенгайиш бурчаги $\theta = 7^\circ$.

Айланма узунлиги

$$l_{\text{аил}} = \frac{b_{\kappa} - b}{2 \operatorname{tg} \theta} = \frac{6 - 5}{2 \operatorname{tg} 7^\circ} = 4,06 \approx 4,0 \text{ м.}$$

Тезоқардаги сакраш жойини аниқлаш учун $h_0'' = 1,28 \text{ м}$ ва $h_0 = 1,9 \text{ м}$ чуқурликлар орасидаги димланиш эгрилиги узунлигини топиш зарур.

Ҳисобни 10.9-жадвал кийматларидан фойдаланиб И.И.Агроскин усули бўйича олиб борамиз ва натижаларни 10.10-жадвалга ёзамиз.

Тезоқардаги сакраш узунлигини аниқлаймиз. Кинетиклик параметрини ($h = 0,7 \text{ м}$) да

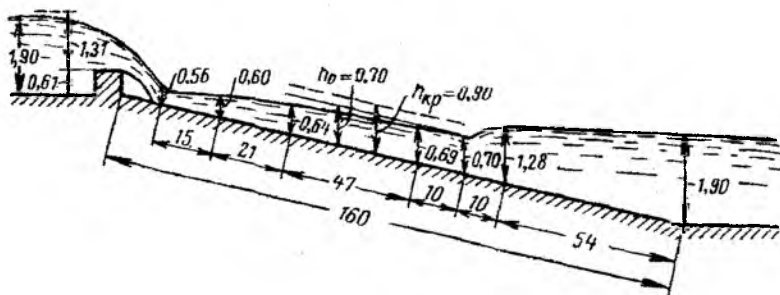
$$P_{\kappa} = \frac{v^2}{gh} = \frac{4^2}{9,81 \cdot 0,7} = 2,33 < 3,0$$

демак, сакраш оддий, акс ҳолда тўлқинсимон бўлади.

Сакраш узунлигини Г.Т.Дмитриев формуласидан топамиз

$$l_{\text{сак}} = 10,6h'(P_{\kappa} - 1) = 10,6 \cdot 0,7(2,33 - 1) = 9,9 \text{ м.}$$

Оқимнинг иншоат ўқи бўйича профили 10.16-расмда кўрсатилган.



10.16-расм.

10.10-жадвал

$h, м$	$\sigma = \frac{2h}{b}$	$F(\sigma)$	$hF(\sigma)$	z	Δz	$\Phi(z)$	$\Delta\Phi(z)$	$\theta(\sigma)$	Π'_k	$\Pi'_{к,зр}$	$1 - \Pi'_{к,зр}$	$(1 - \Pi'_{к,зр})\Delta\Phi(z) = A$	$\Delta z - A$	$\frac{a}{l}$	$l, м$
1,28	0,512	1,140	1,46	1,40	0,33	0,050	-0,032	0,325	2,48	2,37	-1,37	0,044	0,286	188	54
1,90	0,760	0,947	1,80	1,73		0,018		0,307	2,27						

Изох: $h_0 = 0,70$ м, $\sigma_0 = 0,28$, $F(\sigma_0) = 1,485$, $h_0 F(\sigma_0) = 1,04$, $\Pi'_k = 7,39\theta(\sigma)$, (10.9-жадвалга қаранг).

10.11-жадвал

$h, м$	η	$\Delta\eta$	$\varphi(\eta)$	$\Delta\varphi(\eta)$	$\omega, м^2$	$\chi, м$	$R, м$	C^2	B	j	$j_{зр}$	$1 - j_{зр}$	$(1 - j_{зр})\Delta\varphi(\eta) = A$	$\Delta\eta - A$	$l, м$
1,00	2,240	-0,68	0,055	0,094	5,00	6,82	0,733	3180	6,0	12,8	12,45	-11,45	-1,070	0,390	4,30
0,70	1,560	-0,22	0,149	0,081	3,29	5,97	0,550	2940	5,4	12,1	11,95	-10,95	-0,888	0,668	7,30
0,60	1,340	-0,22	0,230	0,245	2,76	5,70	0,485	2830	5,2	11,8	11,65	-10,65	-2,620	2,400	26,3
0,50	1,115		0,475		2,25	5,41	0,415	2720	5,0	11,5					37,9

Изох: 1. $\varphi(\eta) = \int \frac{d\eta}{1-\eta^x}$ катталик $x \geq 3$ ҳолат учун Н.Н.Павловский (Гидравлический справочник, ОНТИ, 1937, 823-бет) қўлланмасидан
жадваллардан олинган.

2. $h_0 = 0,447$ м, $\frac{a}{g} = 0,00547$, $j = \frac{\alpha B C^2}{g \chi}$.

10.14-машқ.

10.11-расмда кўрсатилган тезоқарнинг гидравлик ҳисоби бажарилсин.

Берилган: тезоқарнинг сарфи $Q=20 \text{ м}^3/\text{сек}$, узунлиги $l=120 \text{ м}$, нишаблиги $i=\sin \alpha=0,05$, ғадир-будирлик коэффиценти $n=0,017$, $P=0,2 \text{ м}$ да кенг остонали сув ўтказгич кўринишидаги кириш. Олиб келувчи ва олиб кетувчи каналлардаги ўлчамлар $b=7 \text{ м}$, $m=15$, $h_0=2,03 \text{ м}$.

- 1) Олиб келувчи қувурда $v \leq 1,0 \text{ м/сек}$ шартидан келиб чиқиб, тезоқар кенглигини топинг.
- 2) Сурилма девор узунлиги ва чуқурлигини ҳисобланг.
- 3) Тезоқар охиридаги чуқурликни топинг.

Жавоб: $b=5 \text{ м}$ (бунда сарф коэффиценти $m=0,35$), $h=0,53 \text{ м}$ (тезоқарда $h_0=0,52 \text{ м}$), $d=0,3 \text{ м}$, $l_{\text{хов}}=6,7 \text{ м}$, $\theta=8^\circ 30'$ ($h''=2,22 \text{ м}$, $h=0,53 \text{ м}$). Тўғри бурчакли кенгаювчи айланма – нопризматик ўзанда.

10.15-машқ.

Трапециясимон бетон тезоқар турли нишабликдаги иккита соҳадан иборат.

Куйидаги параметрлар берилган бўлса, тезоқар ва унинг кириш ва чиқиш қисмларини ҳисобланг: $Q=12,5 \text{ м}^3/\text{сек}$, олиб келувчи ва олиб кетувчи каналлардаги чуқурлик $h_0=1,6 \text{ м}$, каналлар кенглиги $b_k=6,8 \text{ м}$ ва $m=2$.

Тезоқардаги соҳалар узунлиги бир хил $l_1=l_2=40$, нишаблик эса $i_1=0,0408$, $i_2=0,0716$.

Тезоқардаги рухсат этиладиган тезлик $v \leq 10 \text{ м/сек}$, $n=0,017$, тезоқардаги қиялик коэффиценти $m=1,0$.

Каналга киришда h_0 чуқурликдаги ҳисобий тезлик таъминланиши шарт.

Ҳисоблаш:

Киришдаги тезлик

$$v_0 = \frac{Q}{(b_k + mh_0)h_0} = \frac{12,5}{(6,8 + 2 \cdot 1,6)1,6} = 0,78 \text{ м/сек},$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = 0,03 \text{ м}.$$

$v_0=0,78 \text{ м/сек}$ тезликни сақлаб қолиш учун киришдаги напор $H=h_0$ тезлигини эътиборга олиб,

$$H_0 = 1,6 + 0,03 = 1,63$$

(10.1) ифода асосида $m \approx 0,34$ учун 8.6-жалвалдан

$$b = \frac{Q}{m\sqrt{2gH_0^{3,2}}} = \frac{12,5}{0,34 \cdot 4,43 \cdot 1,63^{3,2}} = 4 \text{ м.}$$

Бундан $\frac{b}{b_k} = \frac{4}{6,8} \approx 0,6$, демак, коэффициент $m = 0,34$ тўғри танланган.

Тезокар ҳисоби учун сохалардаги чуқурликларни И.И.Агроскин усулида аниқлаймиз.

Биринчи сохада

$$F(R_{z,z,k}) = \frac{Q}{4m_0\sqrt{i_1}} = \frac{12,5}{7,312\sqrt{0,0408}} = 8,46,$$

$$R_{z,z,k} = 0,48 \text{ м}, \frac{b}{R_{z,z,k}} = 8,34, \frac{h}{R_{z,z,k}} = 0,933 \text{ ва } h_{01} = 0,447 \text{ м.}$$

Иккинчи сохада

$$F(R_{z,z,k}) = \frac{12,5}{7,312\sqrt{0,0716}} = 6,38,$$

$$R_{z,z,k} = 0,43 \text{ м}, \frac{b}{R_{z,z,k}} = 9,30, \frac{h}{R_{z,z,k}} = 0,874, \text{ ва } h_{02} = 0,376 \text{ м.}$$

Тезокар сохаларидаги пасайиш эгрилигини ҳисоблаш учун қуйидаги тенгламадан фойдаланамиз:

$$l_{1-2} = \frac{h_0}{i} \{ \eta_2 - \eta_1 - (1 - j_{sp}) [\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)] \},$$

бу тенгламадан дастлаб критик чуқурликни топиб, сўнгра Бахметев усулида ечамиз

$$h_{sp} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{gb^2}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 1,25^2}{9,81 \cdot 4^2}} = 1,03 \text{ м.}$$

ўзанинг гидравлик кўрсаткичи x :

$$x = \frac{2 \lg \frac{K_1}{K_2}}{\lg \frac{h_1}{h_2}},$$

бунда $K = \omega C \sqrt{R}$.

$h_1 = 0,45 \text{ м}, \omega_1 = 2,0 \text{ м}^2, \chi_1 = 5,27 \text{ м}, R_1 = 0,38 \text{ м}$ учун X жадвалдан $C_1 \sqrt{R_1} = 31,68, K_1 = 63,5 \text{ м}^3/\text{с}.$

$h_2 = 0,7 \text{ м}, \omega_2 = 3,29 \text{ м}^2, \chi_2 = 5,97 \text{ м}, R_2 = 0,55 \text{ м}, C_2 \sqrt{R_2} = 40,2, K_1 = 132 \text{ м}^3/\text{с}.$

$$x = \frac{2 \lg \frac{63,5}{132}}{\lg \frac{0,45}{0,70}} = 3,5$$

Биринчи соҳадаги эгриликни 10.11-жадвалда бажарамиз.

10.11-жадвалда топилган ҳисоб натижаларига асосан биринчи соҳа охирида $h=0,5$ м. $x=3,5$ қабул қилиб иккинчи соҳадаги эгриликни аниқлаймиз.

Ҳисобни 10.12-жадвалга ёзамиз.

Иккинчи соҳа охирида чуқурлик $h=0,4$ м да

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{12,5}{4 \cdot 0,4} = 7,8 \text{ м/сек}$$

бу $v \leq 10$ м/сек шартга жавоб беради.

Тезокарнинг кириш қисми планда кенгаювчи айланмадан иборат. Шунинг учун иккинчи туташиб чуқурлигини ўзгарувчан ўзан учун (10.11) ифодадан танлаш йўли орқали қуйидагини топамиз:

$$\frac{6Q^2}{gb_2h''} + (h'')^2(b_2 - b_1) - h''h'(b_2 - b_1) = \frac{6Q^2}{gb_1h'} + (h')^2(b_1 + 2b_2).$$

Бу тенгламага сон қийматларни қўйсак

$$\frac{6 \cdot 12,5^2}{9,81 \cdot 6,8h''} + (h'')^2(6,8 + 4) - h''0,4(6,8 - 4) = \frac{6 \cdot 12,5^2}{9,81 \cdot 4 \cdot 0,4} + 0,4^2 \cdot (4,0 + 2 \cdot 6,8)$$

ёки

$$\frac{14,1}{h''} + 10,8(h'')^2 - 1,12h'' = 62,62$$

бундан танлаш орқали $h'' = 2,34$ м эканлигини аниқлаймиз.

$h'' > h_0$ бўлгани учун узоклашган сакраш сув урилма деворни лойихалаймиз.

Биринчи яқинлашишда қудук чуқурлигини топамиз

$$d = 2,34 - 1,60 = 0,74 \text{ м.}$$

Бундан

$$d = 0,90 \text{ м.}$$

қабул қиламиз.

Тезокардан қудукка тушишдаги сиқилган чуқурликни аниқлаймиз

$$q = \frac{12,5}{4} = 3,12 \text{ м}^3/\text{сек} \cdot \text{м}, \varphi = 1 \text{ учун}$$

$$E_0 = h + d + \frac{v^2}{2g} = 0,4 + 0,90 + \frac{7,8^2}{19,62} = 4,40 \text{ м.}$$

$$\Phi(\tau_c) = 0,338, \tau_c = 0,08, h_c = 0,35 \text{ м.}$$

10.12-жадвал

$h, \text{м}$	η	$\Delta\eta$	$\varphi(\eta)$	$\Delta\varphi(\eta)$	$\omega, \text{м}^2$	$\chi, \text{м}$	$R, \text{м}$	C^2	B	J	J_{yp}	$1 - J_{yp}$	$(1 - J_{yp})\Delta\varphi(\eta) = A$	$\Delta\eta - A$	$l, \text{м}$
0,50	1,330	-0,135	0,236	0,111	2,25	5,41	0,415	2720	5,0	20,2	20,0	-19,0	-2,1	1,965	10,0
0,45	1,195	-0,135	0,347	0,292	2,00	5,27	0,380	2650	4,9	19,8	19,6	-18,6	-5,4	5,265	27,0
0,40	1,060		0,639		1,76	5,13	0,344	2560	4,8	19,3					37,0

Изох: $h_0 = 0,376$, $\frac{ai}{g} = 0,00805$, $j = \frac{aiBC^2}{g\chi}$

10.13-жадвал

$h, \text{м}$	Q'	$z = \frac{Q'}{Q_p}$	Δz	Π'_κ	$\Pi'_{\kappa,yp}$	$1 - \Pi'_{\kappa,yp}$	$\Phi(z)$	$\Delta\Phi(z)$	$(1 - \Pi'_{\kappa,yp})\Delta\Phi(z) = A$	$\Delta z - A$	$a = \frac{\Delta h}{\Delta z}$	$\frac{a}{i}$	$l, \text{м}$
0,83	69,8	7,75	-3,77	59,7	60	-59	0,131	0,126	-7,43	3,66	0,08	0,318	1,16
0,53	35,8	3,98		60,2			0,275						

Изох: $Q' = \omega C \sqrt{Ri}$, $\Pi'_\kappa = \frac{\alpha(q')^2}{gh^3}$, $\Phi(z)$ - XXII а-жадвалдан.

$h_c = 0,35$ м учун (10.10) ифодадан танлаш орқали $h'' = 2,5$ м ни топамиз. Бундан $d = 2,5 - 1,6 = 0,90$ м.

Топилган кудук чуқурлиги сурилган сакраш хосил бўлиши учун етарли,

$d = 0,90$ м қабул қиламиз.

Окимнинг тушиш узунлиги

$$x = v_x \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

ёки

$$l_{\text{туш}} = v \sqrt{\frac{2P}{g}}$$

бунда

$$v = 7,8 \text{ м/сек}, P = d + \frac{h}{2} = 1,0 + \frac{0,4}{2} = 1,2 \text{ м.}$$

$$l_{\text{туш}} = 7,8 \sqrt{\frac{2 \cdot 1,2}{9,81}} = 3,85 \text{ м.}$$

Кудукдаги дамланган сакраш узунлиги (тахминан)

$$l_{\text{сак}} = 3h_c'' = 3 \cdot 2,52 = 7,56 \text{ м.}$$

Айланма узунлиги

$$l_{\text{айл}} = l_{\text{туш}} + l_{\text{сак}} = 3,85 + 7,56 = 11,4 \text{ м.}$$

Бундан айланманинг кенгайиш бурчаги (10.6) ифодадан

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{b_k - b}{2l} = \frac{6,8 - 4,0}{2 \cdot 11,4} = 0,123, \theta = 7^\circ.$$

Ҳисобланган кийматлар бўйича чизилган тезокар 10.17-расмда кўрсатилган.

10.16-машқ

Тўғри бурчакли тезокардаги кучайтирилган ғадир-будурликни ҳисобланг.

Берилган: $l = 60$ м, $b = 4$ м, $i = 0,25$, $Q = 9$ м³/сек, $v \leq 4,25$ м/сек. Тезокарнинг кириш қисми остонаси бўлмаган $b = 4$ м тўғри бурчакли сув ўтказгич кўринишида лойихаланган. Чикиш қисми айланмасимон иншоот материали – бетон.

Ҳисоблаш.

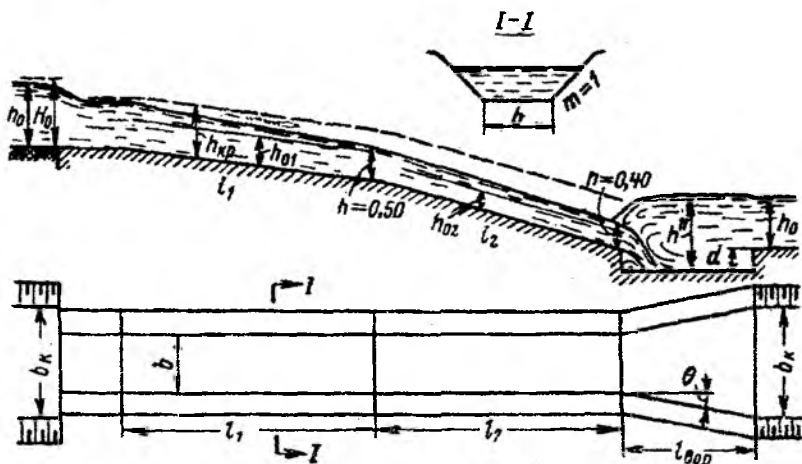
Бетоннинг одатдаги ғадир-будирлигида нормал чуқурликни топамиз $n = 0,017$

$$F(R_{\text{сак}}) = \frac{Q}{4m_0 \sqrt{i}} = \frac{9,0}{8 \sqrt{0,25}} = 2,25$$

X жадвалдан топамиз: $R_{\text{э.э.к}} = 0,29 \text{ м}$. $\frac{h}{R_{\text{э.э.к}}} = 0,758$ га асосан XI жадвалдан

$$\frac{h}{R_{\text{э.э.к}}} = 0,758 \text{ ва } h_0 = 0,758 \cdot 0,29 = 0,22 \text{ м.}$$

$q = \frac{9}{4} = 2,25 \text{ м}^3/\text{сек} \cdot \text{м}$ ва $\alpha = 1,1$ да XX жадвалга асосан критик чуқурлик $h_{\text{кр}} = 0,83 \text{ м}$ га тенг.



10.17 расм.

Сув оқими тезоқарга нотинч ҳолатда $h_0 < h < h_{\text{кр}}$ чуқурлик билан келиб тушгани, учун тезоқарда b_0^I кўринишидаги пасайиши эгрилиги шаклланади. Берилган $v = 4,25 \text{ м/сек}$ тезлик

$$h = \frac{q}{v} = \frac{2,25}{4,25} = 0,53 \text{ м}$$

чуқурликга мос келади.

Тезлик $v \leq 4,25 \text{ м/сек}$ га мос келувчи тезоқарнинг бошланғич соҳасидаги узунликни топамиз. Бунда кучайтирилган ғадир-будирлик талаб қилинмайди.

Бу соҳа $h_{\text{кр}} = 0,83 \text{ м}$ ва $h = 0,53 \text{ м}$ чуқурликлар ўртасида бўлади. Павловский усули ёрдамида ечилувчи узунликни қуйидаги тенглама орқали топамиз:

$$l_{1-2} = \frac{a}{i} \{ z_2 - z_1 - (1 - \Pi'_{\kappa, \text{ур}}) [\Phi(z_2) - \Phi(z_1)] \}$$

Ҳисоб китобларни 10.13-жадвалга ёзамиз.

Чуқурлик $h = 0,53$ м бўлгани учун, тезлик $v = 4,25$ м/сек тезокардаги 1,16 м масофа ўрнатилади. Кучайтирилган ғадир-будирликни кирралари бўлган $\Delta = 0,1$ м бўлган жуфт зигзак кўринишида қабул қиламиз. Кирралар орасидаги масофа $\delta = 7\Delta = 0,7$ м.

Бундай ғадир-будирликда оқим чуқурлигини 10.17 ифодадан $i = 0,25$ да аниқлаймиз:

$$\frac{h^3}{\chi} + \frac{1}{8\sqrt{g}} q N \Delta \lg i \frac{\sqrt{h}}{\chi} = \frac{1}{8g} \frac{q^2 M + 2i^2}{b i}$$

Бу ифодага сонли қийматларни қўйиб, ечамиз

$$\frac{h^3}{\chi} + \frac{1}{8\sqrt{9,81}} 2,25 \cdot 23 \cdot 0,1 \lg 0,25 \frac{\sqrt{h}}{\chi} = \frac{1}{8 \cdot 9,81} \frac{2,25^2 \cdot 0,065 + 2 \cdot 0,25^2}{4,0 \cdot 0,25}$$

Айрим ўрин алмаштиришлардан кейин

$$\frac{h^3}{\chi} - 0,1245 \frac{\sqrt{h}}{\chi} = 0,0123 \text{ ёки } F(h) = 0,0123$$

Охирги тенгламадан h чуқурликни танлаш йўли орқали аниқлаймиз ҳисоб натижаларини 10.14 жадвалга ёзамиз.

10.14-жадвал

$h, \text{м}$	h^3	$\sqrt{h}$	$\chi, \text{м}$	$\frac{\sqrt{h}}{\chi}$	$\frac{h^3}{\chi}$	$0,1245 \cdot \frac{\sqrt{h}}{\chi}$	$F(h)$
0,60	0,216	0,6775	5,20	0,149	0,0415	0,0186	0,0230
0,55	0,160	0,7410	5,10	0,145	0,0325	0,0181	0,0144
0,54	0,158	0,7350	5,08	0,144	0,0300	0,0180	0,0132
0,53	0,149	0,7280	5,06	0,144	0,0295	0,0179	0,0116

10.14 жадвалдан кўриниб турибдики, $F(h) = 0,0123$ қиймати $h = 0,535$ м га туғри келади.

Бу чуқурликда тезлик

$$v = \frac{q}{h} = \frac{2,25}{0,535} = 4,2 \text{ м/с}$$

Демак, қабул қилинган кирралари баландлиги $\Delta = 10$ см улар орасидаги масофа $\delta = 0,7$ м, жуфт зигзаглиги ғадир-будирлик тезокарда берилган $v \leq 4,25$ м/сек тезликни қаноатлантиради.

10.17-машк.

Трапезиясимон бетон тезокар $Q=4,0 \text{ м}^3/\text{сек}$ сув сарфини ўтказишга ҳисоблансин. Тезокар нишаблиги $i=0,1$, асос калинлиги $2,0 \text{ м}$ қиялик коэффициенти $m=0,5$ тезокарда $v \leq 4,25 \text{ м/сек}$ тезликни таъминловчи ғадир-будирликлиги ҳисоблансин.

Берилган маълумотларда бетоннинг ғадир-будирлик коэффициенти $n=0,017$ бўлган тезокарда ғадир-будирлик унчалик катта бўлмаган ҳолда тезлик $v=7,0 \text{ м/сек}$ га тенг.

Жавоб: $v=4,25 \text{ м/сек}$ тезликка нормал қиррали $\Delta=6 \text{ см}$ бўлган ғадир-будирлик мос келади. Қирралар орасидаги масофа $\delta=48 \text{ см}$ (Замарин ва Пикалов формулалари бўйича). Айвазян формуласи бўйича $\Delta=6,6 \text{ см}$, $\delta=46 \text{ см}$.

10.18-машк.

$Q=3,8 \text{ м}^3/\text{сек}$, $i=0,04$ тезокар кенглиги $b=29 \text{ м}$, кесими тўғри бурчакли тезокарнинг пастки бьеф билан сакрашсиз туташини яъни тинч ҳолатни таъминловчи кучайтирилган ғадир-будирликни танланг. Тезокар ортида чуқурлик $h=1,2 \text{ м}$.

Ҳисоблаш.

Тезокардаги критик чуқурликни топамиз

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{3,8}{2,9} = 1,31 \text{ м}^3/\text{сек} \cdot \text{м}, \quad h_* = 0,58 \text{ м} \quad (\alpha = 1,1 \text{ учун XX жадвалдан})$$

$h > h_*$ да оқим тинч бўлади. Тезокар $h_0=0,6 \text{ м}$ қабул қиламиз. Бунда тезлик

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{3,8}{2,9 \cdot 0,6} = 2,18 \text{ м/сек},$$

$$\omega = 1,74 \text{ м}^2, \quad \chi = 4,1 \text{ м}, \quad R = 0,425 \text{ м}.$$

10.11 ифодага асосан ғадир-будирлик характеристикасини аниқлаймиз.

$$n_0 = \frac{\sqrt{Ri}}{v} = \frac{\sqrt{0,425 \cdot 0,04}}{2,18} = 0,0596$$

Оқимга қарши жуфт зигзагсимон қиррали ғадир-будирлик мавжуд деб фараз қилайлик. 10.2-жадвалга асосан қияликга киритиладиган тузатмани ҳисобга оламиз $i=0,04$ учун $K=0,75$ ва

$$n_0 = \frac{0,0596}{0,75} = 0,0796.$$

Каварик (выступ) баландлигини $\Delta=0,12 \text{ м}$ деб қабул қиламиз.

У холда

$$\alpha = \frac{h}{\Delta} = \frac{0,6}{0,12} = 5$$

ва

$$\beta = \frac{b}{h} = \frac{2,9}{0,6} = 4,84$$

α ва β 10.15-ифодада жойлашган.

$$1000n_0 = 116,1 - 6,1 \cdot 5 - 1,2 \cdot 4,84 = 79,8, \text{ бундан } n_0 = 0,0798.$$

Топилган $n_0 = 0,0798$ 10.11-ифодага асосан топилган ва кейинчалик $n_0 = 0,0798$ тузатилган қийматга мос келади. Шунинг учун қаварик баландлигини $\Delta = 0,12$ м бўлган жуфт зигзагли ғадир-будурликни қабул қиламиз. Қирралар орасидаги масофа

$$\delta = 8\Delta = 0,96 \text{ м.}$$

Ғадир-будурлик ҳисобини Айвазян формуласи бўйича ечамиз

$$P_k = \frac{Q^2 B}{g \omega^3} = \frac{3,8^2 \cdot 2,9}{9,81 \cdot 5,28} = 0,807,$$

$$\lg 0,04 = -1,398.$$

10.3-жадвалдан жуфт зигзаг учун $M = 0,065$ ва $N = 23$ ни аниқлаймиз.

Топилган сонли қийматларни 10.16-ифодага қўямиз.

$$\Delta = \frac{8 \cdot 9,81 \cdot 5,28}{-23(-1,394)} \cdot \frac{0,065 + 2 \cdot 0,04^2}{0,04} \cdot \frac{0,6 \cdot 4,1}{2,9} \sqrt{0,807} = 0,12 \text{ м.}$$

Айвазян бўйича дўнглик баландлиги $\Delta = 12$ см қирралар орасидаги масофа $\delta = 0,5$ м.

10.19-машқ

Тезокардаги окимнинг тинч ҳаракатдаги бўлишини таъминловчи кучайтирилган ғадир-будирликни ҳисобланг. Тезлик $v \leq 5$, тезокар киялиги $i = 0,15$ кенглиги $b = 4$ м, тезокарнинг киялик коэффициенти $m = 1,5$, сарф $Q = 10 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Жавоб: $\Delta = 7$ см бўлган нормал қиррали, қирралар орасидаги масофа $\delta = 0,5$ м ни қабул қиламиз (10.16 ифодага асосан).

10.20-машқ

Кесими тўғри бурчакли, киялиги $i = 0,06$ бўлган тезокарда тинч ҳаракатда тинч окимни таъминлаш учун кучайтирилган ғадир-будирликни танланг.

Сарф $Q = 5,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, тезоқар кенглиги $b = 2,4 \text{ м}$.

Жавоб: жуфт синикли зигзагсимон ғадир-будирликни қабул қиламиз.
 $h_0 = 0,8 \text{ м}$, $\Delta = 19 \text{ см}$ ва $\delta = 133 \text{ см}$.

10.21-машқ.

Кенглиги $b = 4 \text{ м}$, киялиги $i = 0,15$, сарфи $Q = 12 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлган тўғри бурчакли бетон тезоқар лойиҳалансин.

Одатдаги бетон учун $n = 0,017$ да тезоқардаги тезлик $v = 10 \text{ м/сек}$ га етади. Тезоқардаги текис ҳаракатда тезлик $v = 4,5 \text{ м/сек}$ дан ошмайдиган ҳолат учун кучайтирилган ғадир-будирликни ҳисобланг.

Ҳисоблаш. $v = 4,5 \text{ м/сек}$ тезликда тезоқардаги тирик кесим юзаси

$$\omega = \frac{Q}{v} = \frac{12}{4,5} = 2,67 \text{ м}^2$$

бундан

$$h = \frac{\omega}{b} = \frac{2,67}{4} = 0,668 = 0,67 \text{ м},$$

$$\chi = b + 2h = 4 + 2 \cdot 0,67 = 5,34 \text{ м}.$$

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{2,67}{5,34} = 0,5 \text{ м}.$$

(10.11) ифодадан

$$n_0 = \frac{\sqrt{Ri}}{v} = \frac{\sqrt{0,5 \cdot 0,15}}{4,5} = 0,061$$

кирралар баландлиги $\Delta = 0,12 \text{ м}$.

$$\alpha = \frac{h}{\Delta} = \frac{0,67}{0,12} = 5,6 \text{ ва } \beta = \frac{b}{h} = \frac{4,0}{0,67} = 6$$

Бир синикли зигзагсимон кирранинг ҳисоби $\Delta = 0,12 \text{ м}$ да 10.14-ифода

$$1000n = 85,8 - 3,9 \cdot 5,6 - 0,8 \cdot 6 = 59,2$$

бундан

$$n_0 = \frac{59,2}{1000} = 0,0592$$

$0,0592 < 0,061$, демак, каварик баландлиги кичик $\Delta = 0,13$ қабул қиламиз;

бунда $\alpha = \frac{0,67}{0,13} = 5,15$.

У ҳолда $1000n_0 = 85,8 - 3,9 \cdot 5,15 - 0,8 \cdot 6 = 61$, $n_0 = 0,061$.

$\Delta = 0,13$ бўлганда берилган тезлик шартига жавоб беради.

Қирралар орасидаги масофа

$$\delta = 8\Delta = 8 \cdot 13 = 104 \text{ см}.$$

(10.16) ифодага асосан ғадир-будирлик баландлигини ҳисоблаймиз.
10.3-жадвал якка зигзаг учун

$$M = 0,056 \text{ ва } N = 16$$

$$\frac{\omega^3}{\chi} = \frac{2,67^3}{5,34} = 3,57$$

$$P_k = \frac{v^2}{gh} = \frac{4,5^2}{9,81 \cdot 0,67} = 3,08$$

(10.16) ифодага сон қийматларини қўйсак,

$$\Delta = \frac{\frac{8 \cdot 9,81}{12^2} \cdot 3,57 - \frac{0,056 + 2 \cdot 0,15^2}{0,15}}{-16 \lg 0,15} - 0,67 \frac{5,34}{4} \sqrt{3,08} = 0,15 \text{ м.}$$

(10.16) ифодага асосан топилган қирра баландлиги (10.14) ифодага асосан топилганидан 2 см катта, яъни 13% катта.

10.22-машқ.

Нишаблиги $i = 0,151$, кенглиги $b = 2$, бетон тезоқарда сарф $Q = 6,7$ м³/сек. Тезлик $v = 7$ м/сек

Тезликни камайтириш учун кучайтирилган ғадир-будирликни қабул қиламиз. Текис ҳаракатда оқим чуқурлиги ва тезлигини топиш бунда $\Delta = 11$ см, $\delta = 80$ см.

Жавоб: $v = 5,15$ м/сек, $h = 0,65$ м, Айвазян формуласи (10.17) бўйича ечилади.

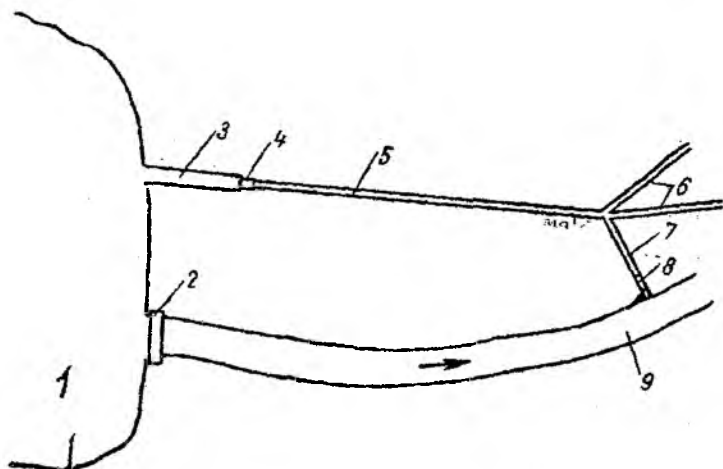
XI боб. ГИДРОТЕХНИК ИНШООТЛАР БЎЎИНИНИНГ ГИДРАВЛИК ҲИСОБИГА ДОИР МАШҚЛАР

11.1-машқ.

11.1-расмда гидротехник иншоот бЎЎини лойиҳалаштирилган.

Сув омборида тўғон қурилган, сув келтирувчи канал тубининг нишаблиги горизонтал, охирида магистрал каналнинг тугаш қисмида бошқарув иншооти мавжуд. Магистрал канал сувни таксимлагичларга етказиб беради. Магистрал каналдаги ташлама сарфини ва окизикларни чиқариш учун ташлама канал мавжуд. Каналнинг охири шаршара билан тугайди.

Қуйидаги маълумотларга асосланиб, бу иншоотларни гидравлик лойиҳалаштиринг.



11.1-расм. Гидротехник иншоотлар бЎЎини.

1-сув омбори, 2-тўғон, 3-олиб келувчи канал, 4-магистрал канал бошқарув иншооти, 5-магистрал канал, 6-таксимлагичлар 7-ташлама канал, 8-шаршара, 9-дарё.

Магистрал канал

1. Сарф $Q_{\text{макс}} = 25 \text{ м}^3/\text{сек}$ ($Q_{\text{нор}} = 0,75$, $Q_{\text{макс}} = 18,75 \text{ м}^3/\text{сек}$);
2. Канал туби нишаблиги $i = 0,00031$;
3. Чуқурлик $h_{\text{макс}}$ $Q_{\text{макс}}$ бўлганда: $h_{\text{макс}} = 2 \text{ м}$;
4. Тупрок – зич огир соз тупрок;
5. Таркиби – ўртача юкори.

Ташлама канал

1. Канал туби нишаблиги $i = 0,00042$;
2. Тупрок – зич кумлок;
3. Таркиби ўртача.

Олиб келувчи канал

1. Канал узунлиги $L = 484 \text{ м}$;
2. Туби бўйича кенглиги $b = 10,0 \text{ м}$;
3. Сув омбори бўйидаги каналнинг сув чуқурлиги $h_{\text{сез}} = 2,4 \text{ м}$;
4. Тупрок – зич лой;
5. Таркиби – ўртача юқори.

Тўғон

1. Дарё сарфи $Q_{0,01} = 160 \text{ м}^3/\text{сек}$;
2. Дарё кенглигидаги тўғон кесими чизиги $B = 35 \text{ м}$.
3. СЮДС белгиси $-20,8 \text{ м}$
4. Тўғон қирраси белгиси $-18,6 \text{ м}$
5. ДНС белгиси $-20,1 \text{ м}$
6. Тўғон туби белгиси $\nabla Д = 10,0 \text{ м}$
7. $Q = f(h)$ тенглама дарёдаги тўғон кесими чизиги учун.
а) коэффициент $a = 15$
б) коэффициент $b = 9$.

Шаршара

1. Шаршаранинг пастки ва юқориги бьефлар орсидagi фарк $p = 4,5 \text{ м}$;
2. Поғона сони $n = 2$.

I. Магистрал канал ҳисоби

Сарфи $Q_{\text{макс}} = 25 \text{ м}^3/\text{сек}$ текис ҳаракатнинг берилган чуқурлик $h_{\text{макс}} = 2,0 \text{ м}$ бўлганда туби бўйича кенглиги b ни аниқланг.

Магистрал канал сарфи 0 дан $Q_{\text{макс}}$ гача бўлганда $Q = f(h)$ графиги (иш характеристикаси)ни қуринг.

Нормал сарф $Q_{\text{макс}} = 18,75 \text{ м}^3/\text{сек}$ тақсимлагич олдидан канал чуқурлиги $h_{\text{сез}} = 1,8 h_0$ бўлганда магистрал каналда кўтарилувчи сатх эгрилиги чизигини қуринг ва ҳисобланг, бунда $h_0 = Q_{\text{тор}}$ бўлганда текис ҳаракат чуқурлиги.

$Q_{\text{макс}}$ ва $Q_{\text{мин}}$ бўлганда канал тезлигини аниқланг.

Ҳисоб қуйидаги тартибда бажарилади.

1. Канал туби кенглиги b ни аниқлаш. IX жадвалда берилган маълумотга асосан қиялик коэффициентини $m = 1,0$; иккинчи жадвал бўйича ғадир-будирлик коэффициентини $n = 0,0225$. Канал туби бўйича кенглигини И.И.Агроскин усули бўйича аниқлаймиз.

$$F(R_{\text{э.э.к}}) = (4m_0)^{-1} \frac{Q_{\text{макс}}}{\sqrt{i}} = \frac{1}{7,312} \frac{25}{\sqrt{0,00031}} = 194,2 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

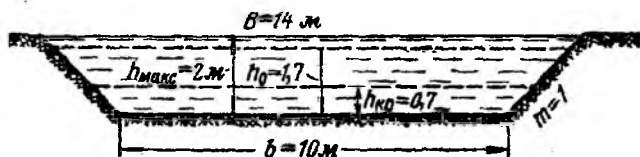
бунда $m = 1,0$ учун X жадвалдан $4m_0 = 7,312$ ни аниқлаймиз.

X жадвалдан $F(R_{\text{э.э.к}}) = (CR^{2.5})_{\text{э.э.к}} = 194,2$ ва $n = 0,0225$ бўлганда $R_{\text{э.э.к}} = 1,74 \text{ м}$ аниқлаймиз.

Бундан

$$\frac{h_{\text{макс}}}{R_{\text{э.э.к}}} = \frac{2,0}{1,74} = 1,151$$

У ҳолда XI жадвалдаги $h_{\text{макс}}/R_{\text{э.э.к}}$ ва $m = 1,0$ катталик бўйича $b/R_{\text{э.э.к}} = 5,67$ ва $R/R_{\text{э.э.к}} = 0,884$ топамиз. Бундан $b = 1,74 \cdot 5,67 \text{ м} = 10 \text{ м}$ ва $R = 1,74 \cdot 0,884 = 1,54 \text{ м}$ оламиз (11.2-расм).



11.2-расм.

Ушбу катталикни Р.М.Каримов усулида ёки танлаб олиш усулида ҳам бажариш мумкин.

2. Канални ювилишга текшириш. XVI жадвалдан чуқурлиги $h_{\text{макс}} = 2,0 \text{ м}$ $v_{\text{ю}} = 1,4 \text{ м/сек}$ га тенг бўлганда зич оғир соғ тупрок учун ювилмас тезликни топамиз.

Сарф $Q_{\text{макс}}$ бўлганда каналдаги тезликни аниқлаймиз. X жадвалда $R = 1,54 \text{ м}$ ва $n = 0,0225$ бўлганда $C\sqrt{R} = 59,27$ топамиз. Бундай ҳолатда, канал сарфи $Q = 25,0 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда ювилабди.

3. Магистрал каналда 0 дан $Q_{\text{макс}}$ гача бўлганда $Q = f(h)$ графигини куриш қабул қилинган ўлчамларда $b = 10 \text{ м}$, $m = 1,0$, $i = 0,00031$. $Q = f(h)$ эгрилиги графигини курамиз. Барча ҳисобларни 11.1-жадвалга ёзамиз.

11.1-жадвал

$h, \text{м}$	$\omega = (b + mh)h, \text{м}^2$	$\chi = b + 2h \times \sqrt{1+m^2}, \text{м}$	$R = \frac{\omega}{\chi}, \text{м}$	$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R, \text{м}^{0,5}/\text{сек}$	$C\sqrt{R}, \text{м}/\text{сек}$	$Q = \omega C \sqrt{R}i, \text{м}^3/\text{сек}$
0,3	3,09	10,85	0,285	34,62	18,50	1,005
0,6	6,36	11,70	0,544	39,70	29,30	3,28
0,9	9,81	12,55	0,780	42,40	37,56	6,48
1,2	13,45	13,40	1,002	44,30	44,44	10,51
1,5	17,25	14,25	1,210	45,80	50,50	15,30
1,8	21,20	15,10	1,420	47,10	56,16	20,90
2,1	25,40	15,94	1,590	47,80	60,40	27,10
2,4	29,80	16,79	1,780	48,70	65,19	34,20
2,7	34,30	17,64	1,950	49,40	69,24	41,70
3,0	39,00	18,49	2,100	50,10	72,67	49,80
3,3	43,80	19,35	2,290	50,50	76,02	58,50

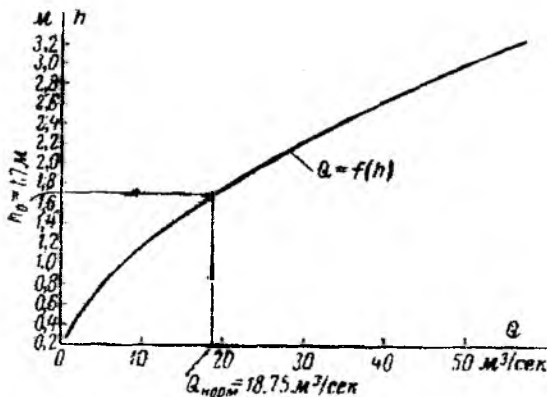
11.3-расмда жадвалда киритилган кийматлар асосида $Q = f(h)$ графиги курилган. График бўйича $Q_{\text{нор}} = 18,75 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда h_0 ни топамиз $h_0 = 1,7 \text{ м}$.

И.И.Агроскин усули бўйича ҳисобни тўғрилигини текшираимиз.

$$F(R_{z,z,k}) = (4m_0)^{-1} \frac{Q_{\text{нор}}}{\sqrt{i}} = \frac{1}{7,312} \frac{18,25}{\sqrt{0,00031}} = 145,5 \text{ м}^3/\text{сек}$$

якуний килиб $h_0 = 1,7 \text{ м}$ ни топамиз.

4. Магистрал каналдаги критик чуқурликни аниқлаймиз. Магистрал каналда $Q_{\text{нор}} = 18,75 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда ҳисоб ва кутарилувчи сатҳ эгрилигини қуриш учун критик чуқурликни билишимиз зарур.



11.3-расм.

$h_{кр}$ критик чуқурликни $Q = f(h)$ бўйича, танлаш усули, И.И.Агроскин формулалари ёрдамида аниқлаймиз.
 а) $Q = f(h)$ бўйича $h_{кр}$ ни аниқлаймиз.

$$\mathfrak{Z} = h + \frac{\alpha v^2}{2g}$$

0,3 м дан 2,0 гача хар хил чуқурликлар берамиз ва юқорида келтирилган формула натижасида 11.2-жадвални тузамиз.

11.2-жадвал.

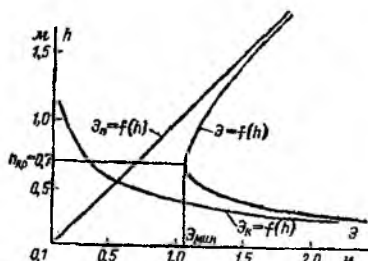
$h = \mathfrak{Z}_u, \text{ м}$	$\omega = (b + mh)h, \text{ м}^2$	$v = \frac{Q}{\omega}, \text{ м/сек.}$	$\mathfrak{Z}_k = \frac{\alpha v^2}{2g}, \text{ м}$	$\mathfrak{Z} = \mathfrak{Z}_u + \mathfrak{Z}_k, \text{ м}$	Эслатма
0,3	3,09	6,07	2,12	2,42	$\alpha = 1,1;$ $b = 10,0 \text{ м};$ $m = 1;$ $Q_{норм} = 18,75$ $\text{м}^3/\text{сек.}$
0,4	4,16	4,51	1,14	1,54	
0,6	6,36	2,95	0,486	1,086	
0,7	7,49	2,52	0,356	1,056	
0,9	9,81	1,91	0,24	1,14	
1,2	13,45	1,39	0,108	1,308	
1,5	17,25	1,09	0,066	1,566	
1,8	21,2	0,89	0,044	1,844	
2,0	24,0	0,78	0,034	2,034	

Жадвалда келтирилган қийматлар асосида $\mathfrak{Z}_k = f(h)$, $\mathfrak{Z}_u = f(h)$ ва $\mathfrak{Z} = f(h)$ графиклар қурилади. $\mathfrak{Z} = f(h)$ графиги бўйича $h_{кр} = 0,7$ м топамиз.

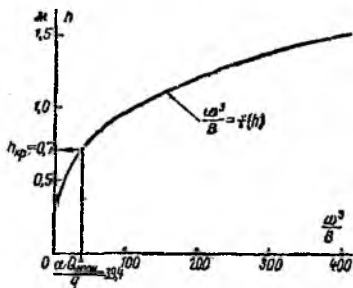
б) $h_{кр}$ ни танлаш усули орқали топамиз. Асосий ҳисоблаш формуласининг кўриниши

$$\frac{\alpha Q_{норм}^2}{g} = \frac{\omega_{кр}^3}{B_{кр}} = f(h)$$

0,3 дан 2,0 м гача хар хил чуқурликлар берамиз ва юқорида келтирилган формула натижасида 11.3-жадвални тузамиз.



11.4-расм



11.5-расм.

11.3-жадвал

$h, м$	$\omega = (b + mh)h, \frac{м^3}{с}$	$\omega^3, м^6$	$B = b + 2mh, м$	$\frac{\omega^3}{B}, м^5$	Эслатма
0,3	3,09	29,5	10,6	2,78	$\alpha = 1,1$ $Q_{норм} = 18,75 м^3 / сек$ $\frac{\alpha Q_{норм}^2}{g} = \frac{1,1 \cdot 18,75^2}{9,81} = 39,4$
0,6	6,36	257,3	11,2	22,9	
0,9	9,81	944,1	11,8	79,9	
1,2	13,45	2433,0	12,4	196,0	
1,5	17,25	5133,0	13,0	395,0	
1,8	21,2	9528,0	13,6	701,0	
2,0	24,0	13820	14,0	986,5	

Жадвалда келтирилган қийматлар асосида $\omega_{кр}^3 / B_{кр} = f(h)$ графиги қурилди (11.5-расм).

Шу графикада $\frac{\alpha Q_{норм}^2}{g} = \frac{1,1 \cdot 18,75^2}{9,81} = 39,4$ $h_{кр} = 0,7 м$ бўлганда

топилади.

в) И.И.Агроскин формуласи бўйича $h_{кр}$ аниклаш

11.4-жадвал

№ кесим	$h, м$	$Q' = f(h), \frac{м^3}{с \cdot сек}$	$z = \frac{Q'}{Q}$	Δz	$\Phi(z)$	$\Delta \Phi(z)$	$\omega = (b + mh)h, \frac{м^3}{с}$	$\omega^3, м^6$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3,06	51,5	2,75		0,382		40,0	64000
2	2,86	45,5	2,43	0,32	0,438	-0,056	36,8	49800
3	2,66	40,5	2,16	0,27	0,511	-0,073	33,7	38300
4	2,46	35,5	1,90	0,26	0,585	-0,074	30,65	28800
5	2,26	30,75	1,64	0,26	0,709	-0,124	27,7	21250
6	2,06	26,25	1,40	0,24	0,896	-0,187	24,85	15320
7	1,86	22,0	1,172	0,228	1,268	-0,372	22,05	10700
8	1,76	20,1	1,072	0,100	1,680	-0,412	20,7	8860

Чегара кесимлари бўйича ҳисобларни текшириш

1	3,06	51,5	2,750	0,382			40,7	64000
8	1,76	20,1	1,072	1,678	1,680	-1,298	20,7	8860

11.4-жадвалнинг давоми

$B = b + 2mn$	Π'_k	$\Pi'_{кр}$	$(1 - \Pi_k)_{кр}$	$[13] \times [7]$	$[5] - [14]$	$\Delta h = h_1 - h_2$	$\alpha = \frac{\Delta h}{\Delta z}$	$\frac{a}{i}$	$l_{1-2} = [18] \times [15] м$
16,12	0,0748								750
15,72	0,0738	0,0743	0,9257	-0,051	0,3710	0,20	0,625	2020	806
15,32	0,0736	0,0737	0,9263	-0,0676	0,3376	0,20	0,740	2340	814
14,92	0,0732	0,0734	0,9266	-0,0685	0,3285	0,20	0,768	2480	930
14,52	0,0723	0,0728	0,9271	-0,115	0,3750	0,20	0,768	2480	1115
14,12	0,0713	0,0718	0,9271	-0,1737	0,4137	0,20	0,833	2690	1625
13,72	0,0695	0,0704	0,9282	-0,346	0,5740	0,20	0,877	2830	1560
13,52	0,0691	0,0693	0,9296	-0,383	0,4830	0,10	1,000	3230	

Чегара кесимлари бўйича ҳисобларни текшириш

16,12	0,0748	0,0720	0,9307	-1,207	2,885	1,30	0,775	2500	7220
13,52	0,0691								

Бунда

$$h_{к.п} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 1,875^2}{9,81}} = 0,73 \text{ м},$$

$$q = \frac{Q_{нор}}{b} = \frac{18,75}{10} = 1,875 \text{ м}^2/\text{сек},$$

$$z_n = \frac{mh_{к.п}}{b} = \frac{1 \cdot 0,73}{10} = 0,073.$$

келгуси ҳисоблар учун $h_{кр} = 0,7 \text{ м}$ оламир.

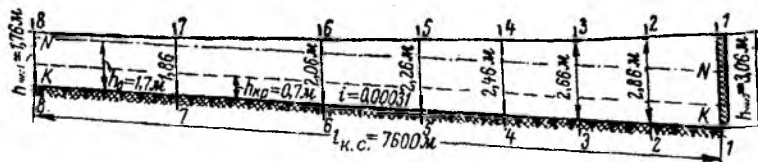
5. Магистрал каналда $Q_{нор} = 18,75 \text{ м}^3/\text{сек}$. бўлганда ҳисоблаш ва кўтарилувчи сатҳ эгрилиги. Магистрал каналда ҳаракатланаётган оқимнинг текис режими ўзгариши тақсимлагич олдида қурилган димланиш иншооти таъсирида рўй беради. (11.6-расмга қаранг). Каналдаги димланиш иншооти олдидаги сув чуқурлиги $h_{uez2} = 1,8h_0 = 1,8 \cdot 1,7 = 3,06 \text{ м}$.

Дастлаб каналдаги эркин сиртни аниқлаймиз. $h_0 > h_{кр}$ ва $i > 0$ эга бўлсак, эркин сирт эгрилиги a зонада жойлашган $h_{uez2} > h_0 > h_{кр}$ бўлганда, $K > K_0$ ва $\Pi_K < 1$ бўлади (тинч оқим ҳолати). Бу куйи оқим бўйича сув чуқурлигининг ошишидан далолат беради.

$$\frac{dh}{dl} = i \frac{1 - \left(\frac{K_0}{K}\right)^2}{1 - \Pi_K} = i \frac{+ \text{сурам}}{+ \text{махраж}} > 0.$$

Бунда, албатта, a тип бўйича кўтарилувчи сатҳ эгрилигига эга бўламиз.

Димланиш иншооти чуқурлиги $h_{uez2} = 3,06 \text{ м}$. Кўтарилувчи сатҳ эгрилиги сўнгидаги чуқурликни $h_{uez1} = 1,03 \cdot h_0 = 1,03 \cdot 1,7 = 1,76 \text{ м}$ тенг деб оламир, чунки $h_{uez1} = h_0$ бўлганда кўтарилувчи сатҳ эгрилиги узунлиги чексизликка тенг бўлар эди. $x = 2$ бўлганда кўтарилувчи сатҳ эгрилиги ҳисобини (6-11) ифода бўйича олиб борамир. (Н.Н.Павловский усули)



11.6-расм.

$Q = f(h)$ графиги бўйича Q' ни аниқлаймиз. (11.3-рasm) $\Phi(z)$ ни кийматини XXII жадвалдан $x = 2$ ва $i > 0$ бўлганда оламиз. $h_{\text{чек}1} \leq h_i \leq h_{\text{чек}2}$ интервалга чуқурликлар бериб, ҳар бир кесимнинг h_i чуқурликдаги z , Π'_k , $(\Pi'_k)_{\text{yp}}$, a , $\Phi(z)$ катталикларни аниқлаймиз. Натижада l_{1-2} учун барча компонентларни оламиз. Барча ҳисобларни 11.4-жадвалга қўямиз. 11.4-жадвалдаги 19 бўлимни умумлаштириб, $l_{\text{к.с}} = \sum l = 7600 \text{ м}$ топамиз. Кўтарилувчи сатҳ эгрилиги узунлигининг чегара кесими бўйича ҳисоби шу ҳолатда 7220 м ташкил килади. Ҳисоблашда 5% ҳатолик мавжуд бўлса қониқарли.

Кўтарилувчи сатҳ эгрилиги узунлигини текшириш жамлаш орқали олиб борилади, $h_{\text{чек}1} \leq h_i \leq h_{\text{чек}2}$ интервалга чуқурликлар бериб, (6.20) ифода бўйича каналдаги икки бир-бирига яқин бўлган кесимлар орасидаги масофани аниқлаймиз, бунда A' ва $\varphi(\eta)$ (6.21) ва (6.22) ифода бўйича аниқланади

$$\eta_0 = \frac{h_0}{b} = \frac{1,7}{10} = 0,17; \quad \theta(\eta_0) = 420,07;$$

$$\eta_{\text{кп}} = \frac{h_{\text{кп}}}{b} = \frac{0,7}{10} = 0,07; \quad f_1(\eta_{\text{кп}}) = 2713.$$

Унда

$$A' = \frac{10 \cdot 420,07}{2 \cdot 0,00031 \cdot 2713} = 2500$$

Барча кўтарилувчи сатҳ эгрилиги узунлиги ҳисобларини 11.5-жадвалга ёзамиз.

11.5-жадвал

№ кесим	$h, \text{м}$	$\eta = \frac{h}{b}$	$\Delta\eta = \eta_2 - \eta_1$	$f_1(\eta)$	$\theta(\eta)$	$f_1(\eta) - f_1(\eta_{\text{кп}})$	$\theta(\eta) - \theta(\eta_0)$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	3,06	0,306		25,251	54,158	-2687,749	-365,90
2	2,86	0,286	0,02	31,606	68,818	-2681,394	-351,25
3	2,66	0,266	0,02	39,996	88,440	-2673,004	-331,63
4	2,46	0,246	0,02	51,830	116,790	-2661,170	-303,28
5	2,26	0,226	0,02	68,296	156,992	-2644,747	-263,08
6	2,06	0,206	0,02	92,143	216,560	-2620,857	-203,51
7	1,86	0,186	0,02	127,900	308,530	-2585,100	-111,54
8	1,76	0,176	0,01	152,620	372,900	-2560,380	-47,17

№ қесим	$\phi(\eta) = \frac{7}{8}$	$\sum_n^{n+1} \eta(\eta)$	$l_{1-2}, м$	Эслатма
1	9	10	11	12
1	7,35	15,0	755	$b = 10м; h_0 = 1,7м; h_{сп} = 0,70м;$
2	7,65	15,7	790	$\eta_0 = \frac{h_0}{b} = \frac{1,7}{10} = 0,17; \eta_{сп} = \frac{0,7}{10} = 0,07м.$
3	8,05	16,9	849	$\theta(\eta_0) = 420,07; f_1(\eta_{сп}) = 2713;$
4	8,85	18,9	950	
5	10,05	23,1	1160	
6	13,05	26,25	1320	$A' = \frac{b\theta(\eta_0)}{2if_1(\eta_{сп})} = \frac{10 \cdot 420,07}{2 \cdot 0,00031 \cdot 2713} = 2500$
7	23,20	77,40	1934	
8	54,20			

11.5-жадвалдаги 11-бўлимни умумлаштириб, $l_{к.с} = 7759м$ топамиз. 11.4-жадвалда ҳисобланган $l_{к.с}$ нинг зидлиги тахминан 2% ни ташкил қилади. 11.5-жадвал бўйича қурилган кўтарилувчи сатҳ эгрилиги 11.6-расмда келтирилган.

II Ташлагич канал гидравлик ҳисоби

Ҳисоб учун қуйидаги маълумотлар берилган:

$Q = Q_{max} = 25 м^3/сек$, $i = 0,00042$, тупрок – зич қумлоқ, таркиби ўртача. Берилган қийматларга қараб (IX жадвалдан) $m = 1,5$ ва $n = 0,025$ (II жадвалдан) оламиз.

Канални ювилмаслик шартига жавоб берадиган қилиб лойиҳалаш зарур.

16.1¹-жадвалдан каналнинг йўл қўйиладиган ювилиш тезлиги $v_{ю}$ топамиз. $v_{ю} = 1,0 м/сек$ (тупрок – зич қумлоқ).

Ювилмаслик шартига кўра йўл қўйиладиган гидравлик радиус қиймати $R_{ю}$ аниқлаймиз

$$(C\sqrt{R})_{ю} = \frac{v_{раз}}{\sqrt{i}} = \frac{1}{\sqrt{0,00042}} = 48,80 м/сек.$$

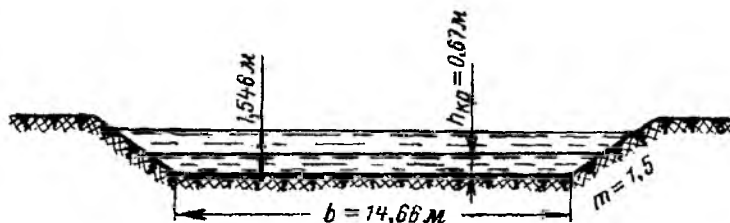
унда $n = 0,025$ ва $(C\sqrt{R})_{ю} = 48,8$ бўлганда X жадвалдан $R_{ю} = 1,34м$ оламиз. Келгусида $R_{э.ж.к}$ аниқлаймиз.

$$F(R_{э.ж.к}) = \frac{1}{4m_0} \frac{Q_{max}}{\sqrt{i}} = \frac{1}{\sqrt{0,00042}} = 145,$$

бунда $4m_0 = 8,424$ ни $m = 1,5$ бўлганда X жадвалдан аниқлаймиз.

¹ Гидравлика, И.И.Агроскин редакцияси остида, «Энергия», 1964 йил.

X жадвалда $n = 0,025$ бўлганда $R_{\rho, \Delta, K} = 1,63 \text{ м}$, $R_{\rho, \Delta, K} > R_{\rho}$ топамиз, шунинг учун $R < R_{\rho}$ да $R = 1,63 \text{ м}$ ни қабул қиламиз. Берилган $R/R_{\rho, \Delta, K} = 1,3/1,63 = 0,796$, XI жадвалдан $b/R_{\rho, \Delta, K} = 8,99$ ва $h_0/R_{\rho, \Delta, K} = 0,949$ топамиз, бундан $b = 1,63 \cdot 8,99 = 14,66 \text{ м}$; $h_0 = 1,63 \cdot 0,949 = 1,546 \approx 1,55 \text{ м}$ бўлади (11.7-расм).



11.7-расм.

Каналдаги фактик тезликнинг нима мақсадда аниқланаётганлигини текширамиз.

$$v = (C\sqrt{R})\sqrt{i} = 47,9\sqrt{0,00042} = 0,98 \text{ м/сек} < v_{\text{раз}} = 1,0 \text{ м/сек}$$

Каналнинг ўлчамлари $b = 14,66 \text{ м}$, $m = 1,5$, $h_0 = 1,55 \text{ м}$ қабул қилиб ташлама каналнинг критик чуқурлигини аниқлаймиз

$$h_{кр} = \left(1 - \frac{z_n}{3} + 0,105z_n^2\right) h_{к,н} = \left(1 - \frac{0,0704}{3} + 0,105 \cdot 0,07^2\right) 0,687 = 0,67 \text{ м},$$

бунда

$$h_{к,н} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{gb^2}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 25^2}{9,81 \cdot 14,66^2}} = 0,69 \text{ м},$$

$$z_n = \frac{mh_{к,н}}{b} = \frac{1,5 \cdot 0,69}{14,66} = 0,0704$$

III. Ўзан туби нишаблиги $i = 0$ бўлган олиб келувчи канал ҳисоби

Олиб келувчи каналнинг пасайиш эгрилиги чизигини, берилган ўзанининг қўндаланг кесимида ва сув омбори сарфи $Q_{\text{макс}}$ нинг бошланғич чуқурлигида ҳисоблаш зарур. Охириги пасайиш эгрилиги чизигининг чуқурлик ҳисоби магистрал каналнинг киришдаги бошқарув олдидаги напор ҳисобланади.

Берилган канал узунлиги $L = 484 \text{ м}$ тубининг кенглиги $b = 10,0 \text{ м}$, сув омбори яқинидаги каналнинг сув чуқурлиги $h_{\text{нор}} = 2,4 \text{ м}$, $m = 1,5$, $n = 0,0225$ (II жадвалга қаранг), $Q_{\text{макс}} = 25,0 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Дастлаб эркин эгрилик сиртининг пасайиш эгрилик чизиғи эканлигини исботлаш зарур. Бунинг учун кесимдаги $h_{\text{сег1}}$ чуқурликнинг кинетик параметр $\Pi_{\kappa1}$ катталигини ҳисоблаш шарт. Агар олиб келувчи каналнинг киришдаги оқими тинч ҳолат бўлса ($\Pi_{\kappa1} < 1$), унда эркин эгрилик сирти пасайиш эгрилиги чизиғи бўлади. Агар оқим нотинч ҳолатда бўлса ($\Pi_{\kappa1} > 1$), унда қўтарилувчи сатҳ эгрилик чизиғи бўлади.

$$\Pi_{\kappa1} = \frac{\alpha Q^2 B_1}{g \omega_1^3} = \frac{1,1 \cdot 25^2 \cdot 17,2}{9,81(32,64)^3} = 0,0348 < 1,0,$$

$$B_1 = b + 2mh_{\text{мп1}} = 10 + 2 \cdot 1,5 \cdot 2,4 = 17,2 \text{ м},$$

$$\omega_1 = (b + mh_{\text{мп1}})h_{\text{мп1}} = (10 + 1,5 \cdot 2,4) \cdot 2,4 = 32,64 \text{ м}^2.$$

Албатта бу ҳолатда пасайиш эгрилиги чизигидир, уни қуйидаги формула билан топамиз.

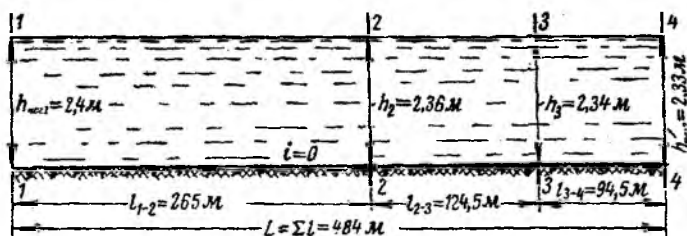
$$l_{1-2} = \frac{\alpha}{i'} \{ \Pi'_{\kappa}(z_2 - z_1) - [f(z_2) - f(z_1)] \}.$$

бунда i' – ҳар қандай мусбат нишаблик; бу ҳолатда эса $i' = i = 0,00031$ – магистрал канал нишаблиги қуйидагича аниқланади:

$$z = \sqrt[3]{\left(\frac{Q'}{Q}\right)^2} \quad \text{ёки} \quad x = 2,0 \quad \text{бўлганда} \quad z = \frac{Q'}{Q};$$

$$f(z) = \frac{z^{x+1}}{x+1} + c \quad \text{ёки} \quad x = 2 \quad \text{ва} \quad c = 0 \quad \text{бўлганда} \quad f(z) = \frac{z^3}{3}.$$

Ҳисоб учун ва пасайиш эгрилиги чизигини қуриш учун бир нечта кесимлар оламиз, чуқурликни шундай олиш керакки, $\sum l = L$ бўлсин. Барча ҳисобларни 11.6-жадвалга киритамиз.



11.8-расм.

11.6-жадвалдан пасайиш эгрилиги чизиғи охиридаги чуқурлик $h_{\text{сег2}} = 2,33 \text{ м}$ га тенг. Бу чуқурлик бошқарув иншооти (регулятор) олдидаги напор ҳисобланади. 11.8-расмда 11.6-жадвалдаги маълумотларга қараб пасайиш эгрилиги чизигини ўтказамиз.

№	$h, м$	$\omega = (b + mh)h, м^3$	$\chi = b + 2h \times \sqrt{1 + m^2}, м$	$R = \frac{\omega}{\chi}, л$	$C\sqrt{R}, м/сек$	$z = \frac{Q'}{Q}$	$Q', м^3/сек$	$\Delta z = z_2 - z_1$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2,40	32,64	18,66	1,75	64,49	37,0	1,48	
2	2,36	32,00	18,50	1,73	64,00	36,0	1,44	-0,04
3	2,34	31,80	18,45	1,72	63,75	35,7	1,43	-0,01
4	2,33	31,40	18,39	1,71	63,51	35,1	1,40	-0,02

11.6-жадвал давомӣ

$f(z)$	$\Delta f(z)$	$B = b + 2mh$	Π'_x	$\Pi'_{x, \text{ср}}$	$[14] \times [9]$	$[15] - [11]$	$\Delta h = h_2 - h_1, м$	$a = \frac{\Delta h}{\Delta z}$
10	11	12	13	14	15	16	17	18
1,080		17,20	0,0758	0,0757	-0,00303	0,0820	-0,04	1,0
0,995	-0,085	17,08	0,0756	0,0756	-0,000756	0,0193	-0,02	2,0
0,975	-0,020	17,02	0,0756	0,0757	-0,001514	0,0585	-0,01	0,5
0,915	-0,060	17,00	0,0758					

11.6-жадвал давомӣ

$\frac{a}{i}$	$h_{1-2} = [19] \times [16], м$	Эслатма
19	20	21
3220	265	$b = 10 м; m = 1,5;$ $Q = 25 м^3/сек, i' = 0,00031; n = 0,0225;$ $C\sqrt{R}$ – жадвалдан топилади
6420	124,5	
1615	94,5	
	$\sum I = 484.$	

Бошқарув иншооти ҳисоби

Бошқарув иншооти сарфи $Q = 25,0 м^3/сек$ сувни ўтказиш учун кенглиги

b ни аниқлаш зарур, бунда сув олиб келувчи каналнинг охиридаги чуқурлик кириш олдидаги чуқурликка тенг деб, бошқарув иншоотидан кейинги чуқурлик эса – магистрал каналдаги сарф миқдори ўзгармаганда, текис ҳаракатдаги чуқурликка тенг деб қаралади. Бошқарув иншоотининг қўндаланг кесими тўғри бурчакли, бўлим кенглиги $2,5H$ дан катта бўлмасин (кенглиги катта бошқарув иншоотларида 2-3 бўлимда олинади).

Берилган: $h_{\text{чез.2}} = 2,33 м, h_{\text{макс}} = 2,0$. Бошқарув иншооти худди сув ўтказгичдек кенг остонали, сув ўтказгичда ён сикилишли оқим, лекин сув ўтказгич қўмилган ёки қўмилмагани номаълум.

Кенг остонали сув ўтказгичнинг ҳисоблаш формуласи умумий қўриниши

$$Q = \sigma_{\text{кум}} m b \sqrt{2g} H_0^{3/2}$$

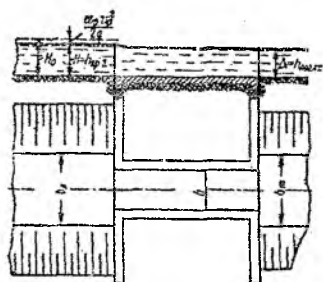
бунда m – сарф коэффициенти,

$\sigma_{\text{кум}}$ – кўмилиш коэффициенти $\sigma_{\text{кум}} = 1,0$, агар сув ўтказгич кўмилмаган бўлса; $\sigma_{\text{кум}} = f(b\Delta/\Omega_{\text{ПБ}}, \Delta H_0)$ агар сув ўтказгич кўмилган бўлса,

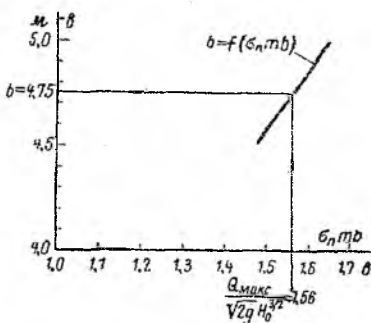
бундай ҳолда суратдаги қиймат $\sigma_{\text{кум}}$ – 8.6-жадвал бўйича аниқланади,

b – бошқарув иншооти кенглиги; $H_0 = H + \frac{\alpha_0 U_0^2}{2g}$;

U_0 – яқинлашиш тезлиги.



11.9-расм.



11.10-расм.

Бошқарув иншооти билан олиб келувчи канал туташинини тескари девор шакли кўринишида қабул қиламиз. (11.9-расм).

У ҳолда биз

$$m = 0,3 + 0,08 \frac{bH}{\Omega_{\text{ЮБ}}}$$

бунда $\Omega_{\text{ЮБ}}$ – юқориги бьефнинг ҳаракатдаги кесим сирти, олиб келувчи канал кенглиги $b_{\text{кум}} = 10 \text{ м}$ бўлганда

$$\Omega_{\text{ЮБ}} = (b_{\text{кум}} + m h_{\text{чер}2}) h_{\text{чер}2} = (10 + 1,5 \cdot 2,33) \cdot 2,33 = 31,4 \text{ м}^2$$

Сув ўтказгич остона баландлигини $P = 0$ танлаймиз, бундан

$$H = h_{\text{чер}2} = 2,33 \text{ м}$$

ва

$$m = 0,3 + \frac{0,08 \cdot 2,33b}{31,4} = 0,3 + 0,0095b = f(b)$$

$\sigma_{\text{кум}}$ бошқарув иншооти кенглиги b га боғлиқ бўлгани учун масалани танлаш усули орқали ечамиз.

$$\sigma_{\text{кзм}} bm = \frac{Q_{\text{макс}}}{\sqrt{2gH_0^{3/2}}} = \frac{25}{\sqrt{19,62 \cdot 2,36^{3/2}}} = 1,56,$$

бунда

$$H_0 = h_{\text{чек2}} + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} = 2,33 + \frac{1,1 \cdot 0,80^2}{2 \cdot 9,81} = 2,36 \text{ м},$$

$$v_0 = \frac{Q_{\text{макс}}}{\Omega_{\text{ЮБ}}} = \frac{25}{31,4} = 0,80 \text{ м/сек},$$

$$\frac{\Delta}{H_0} = \frac{2,0}{2,36} = 0,847.$$

$\Delta = h_{\text{макс}} = 2,0 \text{ м}$ бўлганда (11.9-расмга қаранг)

$$\varepsilon = \frac{b}{\Omega_{\text{ЮБ}}} = \frac{2}{24} b = \frac{b}{12}$$

$\Omega_{\text{ПС}} = (b_m + m h_{\text{макс}}) h_{\text{макс}} = (10 + 1 \cdot 2) \cdot 2 = 24 \text{ м}^2$ бўлганда пастки бьефдаги оқимнинг ҳаракатдаги кесим сиртига тенг (ҳозир бу ҳолат магистрал канал ҳаракатдаги кесим сирти) $b_m = 10 \text{ м}$; $m = 1,0$, $h_{\text{макс}} = 2,0 \text{ м}$.

Ҳисоблашда сув ўтказгич кўмилган $\frac{\Delta}{H_0} > K_2$ ва кўмилмаган

$\frac{\Delta}{H_0} < K_2$ деб ҳисоблаймиз. K_2 ни 8.7-жадвал орқали аниқлаймиз. Барча b бўйича аниқланган кийматларни 11.7 жадвалга киритамиз.

11.7-жадвал

$b, \text{м}$	m	K_2	Кўмилган сув ўтказгич		$\sigma_{\text{кзм}}$	$\sigma_{\text{кзм}} bm$	Эслатма
			Кўмилган	Кўмилмаган			
5,0	0,3300	0,860		+	1	1,65	$\frac{\Delta}{H_0} = 0,487 < K_2$ $m = 0,30 + 0,00595b$
4,8	0,3286	0,863		+	1	1,58	
4,7	0,3280	0,864		+	1	1,542	
4,5	0,3286	0,866		+	1	1,47	

Охирги жадвалдан $b = f(\sigma_{\text{кзм}} mb)$ графиги қурилган (11.10-расм). Шунинг учун $\sigma_{\text{кзм}} mb = 1,56$ бўлганда $b = 4,75 < 2,5H = 5,83 \text{ м}$ ни топамиз. Бошқарув иншооти битта бўлимли кенглиги $b = 4,75 \text{ м}$ деб қараймиз.

V. Сув ўтказувчи тўғон ҳисоби

1. Тўғон бўлимлари сони ва кенглигини аниқлаймиз, тўғон бўлимидан ўтаётган дарё сарфи $Q_{0,01}$ (100 йилда бир марта такрорланадиган сарф)

димланган сув баланд сатҳ белгиси – $СЮДС = 20,8 м$ берилган пуштакли тўғон белгиси $\nabla Г = 18,6 м$. Бир бўлим кенглиги $b = (1,5 \div 2,5)H$, бунда H – напор димланган нормал сатҳ $ДНС = 20,1 м$ бўлганда тўғоннинг юқори қиррасидаги сатҳ.

2. $ДНС$ бўлганда тўғоннинг битта бўлимида утаётган сарфни аниқлаш керак.
3. Пастки бьеф учун ҳисобий сарфи $Q_{хис}$ бўлганда тўғондан кейинги туташувни ҳисоблаш. $ДНС$ бўлганда сарф ўзгариши $Q_{0,01}$ дан Q гача, тўсиклар тўла очилган $Q = 15 м^3/с$ ва $b = 9 м$ бўлганда $Q = ah_6 + bh_6^2$ тенгламаси бўйича чуқурлик h_6 аниқлаш учун $Q = f(h_6)$ графигини куриш керак. Сакрашнинг узоклашган ҳолати бўлганда сув урилма деворни лойиҳаланг.
4. Сув ўтказгич координаталари бўйича ҳамда оқимнинг ҳисобий сарф ва $Q_{0,01}$ сарфни ўтказишдаги эркин сирт профилини ҳам куринг.

Тўғон бўлимлари сони ва кенглигини аниқлаш.

Дастлаб сув ўтказувчи тўғоннинг профилини танлаймиз. Кригер-Офицеров координатаси бўйича чизилган вакуумсиз профилдаги сув ўтказувчи тўғонни қабул қиламиз. Тўғон баландлигини аниқлаймиз (11.11-расм).

$$P = \nabla Г - \nabla Д = 18,6 - 10,0 = 8,6 м$$

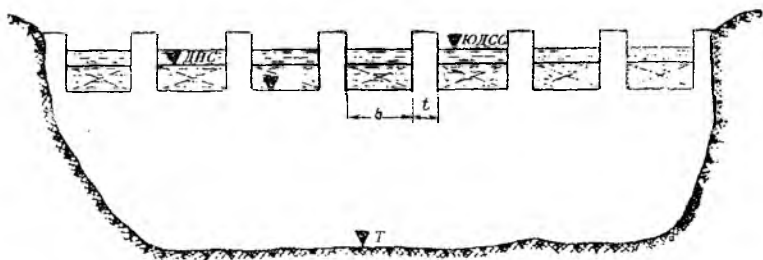
Сув сарфи $Q = Q_{0,01} = 160 м^3/сек$ тенг бўлгандаги напор

$$H = \nabla ДБСС - \nabla Г = 20,8 - 18,6 = 2,2 м.$$

Яқинлашиш тезлиги v_0 тўғонда кам бўлганлиги сабабли

$$H_0 \approx H = 2,2 м$$

қабул қиламиз.



11.11-расм.

Сув ўтказувчи тўғон умумий кенглигини сув ўтказгичнинг амалий профили ўтказувчанлик қобиляти формуласидан фойдаланиб

хисобланади (қўмилмаган ҳолат учун). Профилдаги напор $Q_{0,01} = 160 \text{ м}^3 / \text{сек}$ ($H_{np} = H = 2,2$) бўлгандаги напорга тенг.

$$Q = \varepsilon m n b \sqrt{2g H_0^{3/2}}$$

бунда $\varepsilon = 1 - a \frac{H_0}{b + H_0}$, n – бўлимлар сони.

Таянч девор шаклини ярим айлана кўринишда танлаймиз. Бундан $H_0 \approx H = 2,2 \text{ м}$ бўлганда куйидагига эга бўламиз

$$\varepsilon = 1 - \frac{0,11 \cdot 2,2}{2,2 + b} = 1 - \frac{0,242}{2,2 + b} = f(b)$$

Танланган сув ўтказгич профилидаги сарф коэффициентини $m = 0,49$. Бундан

$$n \varepsilon b = \frac{Q_{0,01}}{m \sqrt{2g H_0^{3/2}}} = \frac{160}{0,49 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2,2^{3/2}}} = 22,5 \text{ м}.$$

ёки

$$n b \left(1 - \frac{0,242}{2,2 + b} \right) = 22,5.$$

Бир бўлим кенглиги $b = (1,5 \div 2,5)H$, бунда H – ДНС бўлганда пуштак тўғон устидаги напор: $H = 20,1 - 18,6 = 1,5 \text{ м}$; $2,25 \text{ м} \leq b \leq 3,75 \text{ м}$ ҳолат таъминланган бўлиши керак. $n = 7$ бўлса (11.11-расмга қаранг),

$$b \left(1 - \frac{0,242}{2,2 + b} \right) = \frac{22,5}{7} = 3,22$$

Тенгламани ечиб, $b = 3,39 \text{ м}$ ни оламиз. b эса $2,25 < b < 3,75 \text{ м}$ бўлимда бўлади. Сув ўтказгичнинг умумий кенглиги

$$B_n = B_0 + (n-1)t = 23,8 + (7-1)1,5 = 32,8 \text{ м},$$

$B = 35 \text{ м}$ дарё кенлигидан кичик ($t = 1,5 \text{ м}$ – бир таянч калинлиги).

ДНС бўлганда бир очик тўғон бўлимидаги сарфни аниқлаш.

Бир бўлимдаги сарф куйидаги формула билан аниқланади.

$$Q_0 = \beta \varepsilon m b \sqrt{2g H_0^{3/2}} = 0,966 \cdot 0,468 \cdot 0,339 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,5^{3/2}} = 12,5 \text{ м}^3 / \text{сек}$$

бунда $H_0 \approx H = 1,5 \text{ м}$, $b = 3,39 \text{ м}$, $\varepsilon = 1 - 0,11 \frac{1,5}{3,39 + 1,5} = 0,966$,

$$m = \left(0,785 + 0,25 \frac{H}{H_0} \right) 0,49 = \left(0,785 + 0,25 \frac{1,5}{2,2} \right) 0,49 = 0,468.$$

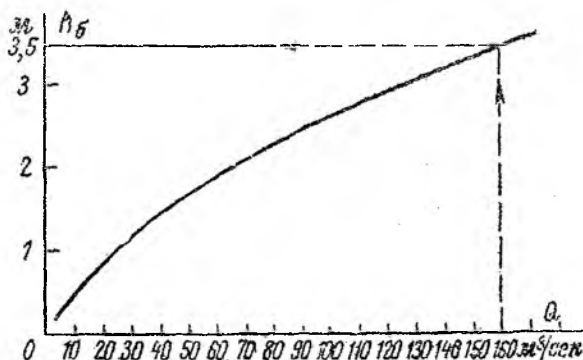
Сув ўтказгич устидаги напор H , H_0 ва $\frac{H}{H_0} = \frac{1,5}{2,2} = 0,682 < 0,80$ дан

фарқли. тўғондан кейинги туташув ҳисоби: Дастлаб $Q = 15h_0 + 9h_0^2$ тенглама бўйича $Q = f(h_0)$ графикни курамиз.

$h_0, \text{м}$	$Q, \text{м}^3/\text{сек.}$	$h_0, \text{м}$	$Q, \text{м}^3/\text{сек.}$	$h_0, \text{м}$	$Q, \text{м}^3/\text{сек.}$
0,0	0	1,0	24,0	2,5	93,75
0,2	3,36	1,5	42,75	3,0	126,
0,6	12,24	2,0	66,00	3,5	162,75

Шу жадвал маълумотларига асосан $Q = f(h_0)$ графиги курилган. (11.12-расм). График бўйича сарф $Q_{0,01} = 160 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда h_0 ни аниқлаймиз. $h_0 = 3,47$ оламиз.

$h_0 = 3,47 \text{ м} < P = 8,6 \text{ м}$ бўлгани сабабли сув ўтказгич қўмилмаган ва сув ўтказгич кенглиги тўғри бажарилган.



11.12-расм.

Пастки бьефда ноқулай шароит бўлганда, ҳисобий сарфни белгилаймиз, бунда энг узун узоклашган сакраш ҳосил бўлади. Демак, узоклашган сакрашни туташтириш учун энг катта баландликдаги сув урилма девор зарур.

Ҳисобий сарф ҳисоби учун иккинчи туташ чуқурлиги h_c'' орасидаги фарқ ва сарф учун оддий чуқурлик h_0 ни биллиш зарур.

$H, \text{м}$	$\frac{H}{H_0}$	m	ε	$Q_0 = mb\sqrt{2gH_0^{3/2}}$ $\text{м}^3/\text{сек.}$	$q = \frac{Q_0}{b}$, $\text{м}^2/\text{сек}$	$E_0 = P +$ $+ H, \text{м}$	$\Phi(\tau_c) =$ $= \frac{q}{\varphi E_0^{3/2}}$
2,2	1,000	0,490	0,957	22,85	6,74	10,8	0,200
2,0	0,907	0,487	0,959	19,42	5,73	10,6	0,175
1,8	0,818	0,485	0,962	16,92	5,00	10,4	0,157
1,6	0,726	0,474	0,964	13,92	4,11	10,2	0,133
1,5	0,682	0,468	0,966	12,5	3,69	10,1	0,121

11.9-жадвалнинг давоми

τ_c	τ_c''	$h'_c, \text{м}$	$h''_c, \text{м}$	nQ_0 , $\text{м}^3/\text{сек.}$	$h_0, \text{м}$	$h'_c - h_0$, м.	Эслатма
0,0462	0,377	0,500	4,07	160,0	3,47	0,60	$\varphi = 0,95;$ $b = 3,39.$
0,0406	0,353	0,430	3,72	136,0	3,14	0,58	
0,0362	0,337	0,376	3,50	118,6	2,86	0,64	
0,0304	0,311	0,310	3,17	97,4	2,56	0,61	
0,0277	0,299	0,280	3,02	87,5	2,40	0,62	

$2,2 \leq H \leq 1,5 \text{ м}$ интервалга H напорни бериб, m ни қуйидаги формуладан топамиз.

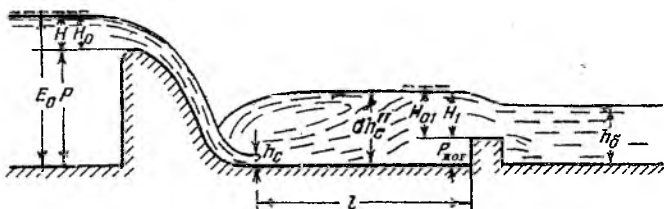
$$m = \left(0,88 + 0,12 \sqrt{\frac{H}{H_0}} \right) \cdot 0,49, \quad \frac{H}{H_0} > 0,80$$

ва

$$m = \left(0,785 + 0,25 \sqrt{\frac{H}{H_0}} \right) \cdot 0,49, \quad \frac{H}{H_0} \leq 0,80.$$

11.9-жадвалдаги бўйича иккинчи туташ чуқурликни турли хил сарфлар учун ҳисоблаймиз. $Q = f(h_0)$ график бўйича h_0 оддий чуқурликни топамиз. (11.12-расмга қаранг). $\varphi = 0,95$ бўлганда XXIX жадвалдан τ_c'' қийматини оламиз.

Ҳисоблашда тўсиқлар тўлиқ очилган, текис масала деб қаралади. 11.9-жадвалдан кўрниниб турибдики, максимал қиймат фарқи ($h'_c - h_0$) ҳисобий сарфга мос.



11.13-расм.

Тўғоннинг пастки бьефида $Q_{\text{хис}} = 118,6 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарф ҳисобланган. $h_c'' > h_g$ бўлса, узоклашган сакраш бўлади. Узоклашган сакраш ҳолати мавжуд бўлганда бьефлар туташини таъминлаш учун сув урилма деворни лойиҳалаймиз. Сув урилма девор ҳисобида унинг иншоотдан деворгача бўлган P_0 баландлигини ва L_0 масофасини аниқлашга олиб келади (11.13-расмга қаранг). Сув урилма девор баландлигини аниқлашда қуйидаги формуладан фойдаланамиз.

$$P_0 = \sigma h_c'' - H_1$$

бунда $\sigma = 1,05$ захира коэффиценти, маълум кўмилганлик даражаси H – сув урилма девордаги напор. Девордаги напорни сув урилма деворнинг сарф коэффиценти $m = 0,42$ бўлганда яқинлашиш тезлигини ҳисобга олганда ҳисоблаймиз.

Мавжуд:

$$H_{01} = \left(\frac{q}{m \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{5}{0,42 \sqrt{2 \cdot 9,81}} \right)^{2/3} = 1,93 \text{ м.}$$

Девор олдидаги тезлик:

$$v_{01} = \frac{q}{\sigma h_c''} = \frac{5}{1,05 \cdot 3,50} = 1,36 \text{ м/сек.}$$

Напор тезлиги

$$\frac{\alpha v_{01}^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot 1,36^2}{19,62} = 0,1 \text{ м.}$$

Девордаги напор

$$H_1 = H_{01} - \frac{\alpha v_{01}^2}{2g} = 1,93 - 0,1 = 1,83 \text{ м.}$$

Девор баландлигини топамиз

$$P_0 = 1,05 \cdot 3,50 - 1,83 = 1,85 \text{ м.}$$

$\phi_{\text{с.м}} = 0,9$ бўлганда девор оркали туташ тиркишлар характерини текширамиз

$$E_{01} = P_0 + H_{01} = 1,85 + 1,93 = 3,78 \text{ м.}$$

$$\Phi(\tau_c) = \frac{q}{\varphi_0 E_0^{3/2}} = \frac{5}{0,90 \cdot 3,78^{3/2}} = 0,755.$$

XXIX жадвал бўйича $\varphi_0 = 0,9$ да $\tau_c'' = 0,616$ ни топамиз. $h_c'' = \tau_c'' E_{01} = 0,616 \cdot 3,78 = 2,33$ м ни аниқлаймиз. $h_c'' < h_b = 2,86$ м бўлганлиги сабабли туташиш ҳолатида узоклашган сакраш ва девор худди кўмилган сув ўтказгич каби ишлайди. Девор остидаги напор (1,83 м) катта ва девор баландлигини камайтириш мумкин. Кўмилган девор коэффиценти девор баландлигига боғлиқ. Ҳисоби эса кетма-кет яқинлашиш йўли билан топилди.

Кўмилиш коэффиценти $\sigma_{кум} = 0,933$ киймат берамиз. бундан

$$H_{01} = \left(\frac{q}{\sigma_{кум} m \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{5}{0,933 \cdot 0,42 \sqrt{19,62}} \right)^{2/3} = 2,02 \text{ м.}$$

Девордаги напор

$$H_1 = H_{01} - \frac{\alpha v_{01}^2}{2g} = 2,02 - 0,1 = 1,92 \text{ м.}$$

Девор баландлиги

$$P_1 = \sigma h_c'' - H_1 = 1,05 \cdot 3,50 - 1,92 = 1,76 \text{ м.}$$

Нисбий кўмилганликни аниқлаймиз

$$\frac{\Delta}{H_1} = \frac{h_b - h_{см}}{H_1} = \frac{2,86 - 1,76}{1,92} = \frac{1,1}{1,92} = 0,573.$$

$\Delta / H_1 = 0,573$ бўлганда коэффицент $\sigma_{кум} = 0,961$ (8.4-жадвалга қаранг)

Олинган киймат тўғри келмаслиги сабабли, $\sigma_{кум} = 0,993$ ҳисоб тақорланади. $\sigma_{кум} = 0,961$ кийматни оламиз, унда

$$H_{01} = \left(\frac{5}{0,961 \cdot 0,42 \sqrt{19,62}} \right)^{2/3} = 1,98 \text{ м.}$$

$$H_1 = 1,98 - 0,1 = 1,88 \text{ м, } P_{см} = 1,05 \cdot 3,50 - 1,88 = 1,80 \text{ м,}$$

$$\frac{\Delta}{H_1} = \frac{2,86 - 1,80}{1,88} = 0,563.$$

Бу кийматга $\sigma_{кум} = 0,963 \neq 0,961$ тўғри келади. $\sigma_{кум} = 0,963$ кийматни берамиз ва ҳисобни тақорралаймиз, бундан $H_{01} = 1,975$ м, $H_1 = 1,875$ м, $P_1 = 1,805$ м $\Delta / H_1 = 0,563$ м.

Δ / H_1 кийматга $\sigma_{кум} = 0,963$ мос, бу энг охириги яқинлашишдаги катталиқ. Охири сув урилма девор баландлигини $P_0 = 1,81$ м танлаймиз.

Синклаган кесимдан сув урилма деворгача бўлган масофа

$$l_0 = 3h_c'' = 3 \times 3,5 = 10,5 \text{ м}$$

Сув ўтказгич профилини ва эркин сирт профилини қуриш. Сув ўтказувчи тўғон профилини қуриш учун Кригер-Офицеров координатаси жадвалидан фойдаланамиз. Жадвалдаги x ва y қийматларини напор профили $H_{np} = 2,2$ м га қўпайтирамиз. Ҳисобланган координаталар 11.10-жадвалда келтирилган.

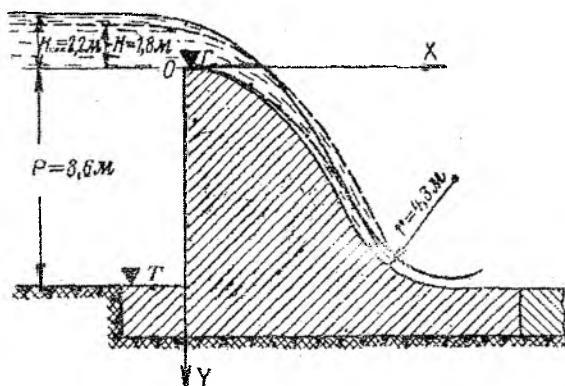
11.14-расмда тўғон профили келтирилган, шу билан бирга эркин сирт профили оқим ўқи бўйича $Q_{0,01} = 160 \text{ м}^3/\text{сек}$ ва $Q_{хис} = 118,6 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарф ўтказилган. Штрих чизик билан эркин сатҳнинг сарфи $Q_{хис} = 118,6 \text{ м}^3/\text{сек}$ ($H = 1,8$ м) кўрсатилган. Тўғоннинг пастки қисми билан тубини туташини $r = 0,5$ $p = 0,5 \cdot 0,86 = 4,3$ м. Туташ радиуси билан туташган.

11.10-жадвал

x, м	y, м				
	Эгрилик қўриниши	Оқимча қўриниши			
		$H_{np} = 2,2$ м профили нопорда		$H = 1,8$ м нопор бўлганда $Q_{расч} = 118,6 \text{ м}^3/\text{сек}$	
		Ташқи сирт	Ички сирт	Ташқи сирт	Ички сирт
0,00	0,277	-1,83	0,277	-1,50	0,227
0,22	0,079	-1,77	0,079	-1,45	0,065
0,44	0,0154	-1,70	0,0154	-1,39	0,0126
0,66	0,000	-1,63	0,000	-1,33	0,000
0,88	0,0154	-1,55	0,0154	-1,265	0,0126
1,32	0,132	-1,365	0,139	-1,115	0,1135
1,76	0,324	-1,122	0,337	-0,92	0,276
2,20	0,585	-0,835	0,588	-0,683	0,480
2,64	0,864	-0,482	0,902	-0,394	0,738
3,08	1,242	-0,066	1,300	-0,054	1,062
3,74	1,920	K0,67	2,025	K0,548	1,660
4,40	2,720	K1,53	2,880	K1,25	2,360
5,50	4,310	K3,30	4,620	K2,70	3,780
6,60	6,210	K5,50	6,840	K4,50	5,600
7,70	8,400	K8,04	9,350	K6,62	7,660
8,80	10,870	K11,0	11,320	K9,00	10,000

VI. Шаршара ҳисоби.

Шаршара тўғри бурчакли қисми ҳисоби магистрал канал ўтказувчанлигига асосланиб ҳисобланади. Ташлама каналнинг ювилмаслик шартига асосан шаршаранинг кириш қисми ҳисобланади. Шаршаранинг поғона ҳисоби ва шаршаранинг чиқиш қисмидаги ҳисоб димланган сакраш шартига асосланиб ҳисобланади. Шаршарадан дарёга олиб кетувчи ўзани $Q_{улис}$ сарфдаги нормал чуқурликка эга бўлган ташлама каналнинг шаклида. Ўқлар бўйича бўйлама қўриниш ва шаршара планини қурилсин.



11.14-рasm.

Ҳисоблаш учун маълумотлар: Ташлама каналдаги сарф $Q_{\text{макс}} = 25 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда, чуқурлик $h_0 = 1,546 \text{ м}$, поғоналар сони $n = 2$, $P = 4,5 \text{ м}$.

1. Шаршаранинг кириш қисми ҳисоби. Шаршаранинг кириш қисми ташлама канал текис ҳаракати шартлари таъминланганда ҳисобланади. Кириш қисми ҳисобида сув ўтказгич қўмилмаган деб ҳисобланади.

Шаршаранинг кириш қисми билан ташлама канал туташуви тескари девор типى бўйича (11.15-рasm). Бундан

$$m = 0,3 + 0,08 \frac{bH}{\Omega_{\text{ЮБ}}},$$

бунда $\Omega_{\text{ЮБ}} = (b_{\text{таш}} + mh_0)h_0 = (14,66 + 1,5 \cdot 1,546)1,546 = 26,2 \text{ м}^2$, ташлама каналининг кенглиги $b_{\text{таш}} = 14,66 \text{ м}$, $m = 1,5$ ташлама канал қўндаланг қисми ён деворларининг қиялик коэффиценти, $H = h_0 = 1,546 \text{ м}$.

Бундан

$$m = 0,30 + 0,08 \frac{1,546b}{26,2} = 0,30 + 0,0048b,$$

бунда $Q_{\text{макс}}$ сарф қуйидагича топилади:

$$Q_{\text{макс}} = mb\sqrt{2g}H^{3/2} = (0,30 + 0,0048b)b\sqrt{2g}H_0^{3/2}$$

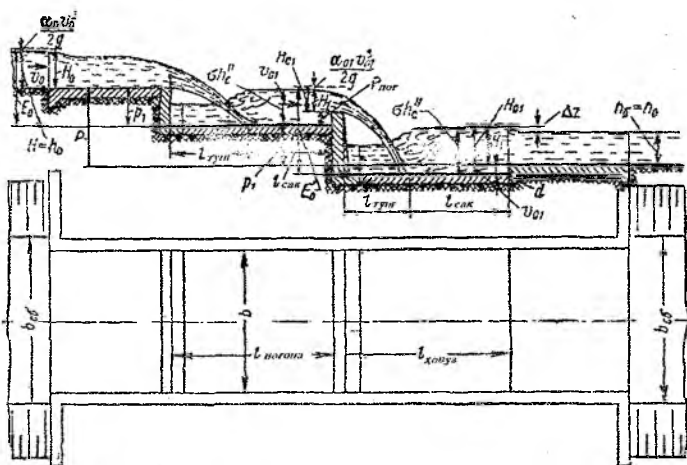
ёки $H_0 \approx H = h_0$ бўлганда

$$(0,30 + 0,0048b) = \frac{Q_{\text{макс}}}{\sqrt{2g}h_0^{3/2}} = \frac{25}{\sqrt{19,62 \cdot 1,546^{3/2}}} = 2,93.$$

бундан $b = 8,6 \text{ м}$ қийматни топамиз.

Бундан $m = 0,3413$ бўлиб,

$$Q = 0,3413 \cdot 8,6 \cdot \sqrt{19,62} \cdot 1,546^{3/2} = 25 \text{ м}^3 / \text{сек}.$$



11.15-расм.

2. Шаршаранинг поғона ҳисоби. Икки поғона баландлигининг ҳар бири

$$p_1 = \frac{P}{n} = \frac{4,5}{2} = 2,25 \text{ м}$$

бўлади.

Биринчи поғона. Сув урилма девор баландлиги ва поғона узунлигини аниқлаймиз. Биринчи поғонага тушаётган, тирқиш солиштирма эңергияси

$$E_0 = p_1 + H_0 = 2,25 + \left(H + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} \right) = 2,25 + (1,540 + 0,605) \approx 3,8 \text{ м}$$

бўлади, бунда v_0 – кириш қисмидаги яқинлашиш тезлиги:

$$v_0 = Q_{\text{макс}} / \Omega_{\text{юб}} = 25 / 26,2 = 0,953 \text{ м/сек},$$

$$\alpha_0 v_0^2 / 2g - \text{тезлик напори},$$

$$\frac{1,1 \cdot 0,953^2}{19,62} = 0,005 \text{ м},$$

$\varphi = 0,95$ қабул қилиб, қуйидагини аниқлаймиз

$$\Phi(\tau_c) = \frac{q}{\varphi E_0^{3/2}} = \frac{2,91}{0,95 \cdot 3,8^2} = 0,413$$

$$\text{бунда } q = \frac{Q_{\text{макс}}}{b} = \frac{25}{8,6} = 2,91 \text{ м}^2 / \text{сек}.$$

XXIX жадвал бўйича $\varphi = 0,95$ бўлганда $\tau_c'' = 0,510$ топамиз, бундан

$$h_c'' = \tau_c'' E_0 = 0,510 \cdot 3,80 = 1,94 \text{ м.}$$

Сарф коэффициенти $m = 0,42$ бўлганда деворни кўмилмаган деб ҳисоблаб, девор устидан ўтаётган оқим напорини аниқлаймиз

$$H_{01} = \left(\frac{q}{m\sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{2,91}{0,42\sqrt{19,62}} \right)^{2/3} = 1,35 \text{ м,}$$

Оқимнинг деворга яқинлашиш тезлиги

$$v_{01} = \frac{q}{\sigma h_c''} = \frac{2,91}{1,05 \cdot 1,94} = 1,43 \text{ м/сек}$$

ва

$$H_1 = H_{01} - \frac{\alpha_{01} v_{01}^2}{2g} = 1,35 - \frac{1,1 \cdot 1,43^2}{19,62} = 1,24 \text{ м.}$$

Унда қидирилаётган сув урилма девор баландлиги

$$p_0 = \sigma h_c'' - H_1 = 1,05 \cdot 1,94 - 1,24 = 0,80 \text{ м}$$

Сув урилма девор поғонаси узунлиги (поғона узунлигида девор калинлиги ҳисобланмайди).

$$l_{\text{пог}} = l_{\text{тузи}} + l_{\text{хкм}}.$$

Сакраш узунлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$l_{\text{сак}} = 3h_c'' = 3 \cdot 1,94 = 5,82 \text{ м.}$$

Тиркишдан пасайиш узунлигини эса қуйидаги формула бўйича аниқлаймиз:

$$l_{\text{тузи}} = 1,64 \sqrt{H_0(p_1 + 0,24H_0)} = 1,64 \sqrt{1,55(2,25 + 0,24 \cdot 1,55)} = 3,30 \text{ м,}$$

$$\text{бунда } H_0 = H + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} = 1,546 + 0,005 = 1,55 \text{ м.}$$

Поғона узунлиги

$$l_{\text{пог}} = 5,82 + 3,30 = 9,12 \text{ м.}$$

$l_{\text{пог}} = 9,5 \text{ м}$ қабул қиламиз. Кичик поғона баландлиги $P_1 = 2,25 \text{ м}$ га нисбатан биринчи поғона сув чуқурлиги $\sigma h_c'' = 1,05 \cdot 1,94 = 2,04 \text{ м}$. У ҳолда Сув ўтказгич кўмилмаган ва шаршаранинг кириш қисми тўғри ҳисобланган.

Иккинчи поғона. Бу поғона охириги ҳисобланади.

Иккинчи поғона учун

$$E_0 = p_1 + p_{\text{пог}} + H_{01} = 2,25 + 0,80 + 1,35 = 4,40 \text{ м,}$$

$$\Phi(\tau_c) = \frac{q}{\varphi_{\text{пог}} E_0^{3/2}} = \frac{2,91}{0,9 \cdot 4,4^{3/2}} = 0,318.$$

XXIX жадвал бўйича $\varphi_{noz} = 0,90$ бўлганда $\tau_c'' = 0,437$ топамиз. У холда

$$h_c'' = \tau_c'' E_0 = 0,437 \cdot 4,40 = 1,92 \text{ м.}$$

Тармоқли ташлама канал суви чуқурлиги $h_0 = 1,55 \text{ м}$ тенг. $h_c'' = 1,92 \text{ м} > h_0 = 1,55 \text{ м}$ бўлса, унда туташиш узоқлашган сакраш билан бўлади. Узоқлашган сакраш билан туташиш қисми учун сув урилма ховузни лойиҳалаштирамиз.

Сув урилма ховуз ҳисобини яқинлаштириш йўли билан олиб борилади. Ҳовуз чуқурлиги d биринчи яқинлашишда қуйидаги формула билан аниқланилади.

$$d = \sigma h_c'' - (h_0 + \Delta z),$$

бунда Δz — сув урилма ховузнинг чиқишдаги шаршара катталиги (11.15-расмга қаранг).

$$\Delta z = \frac{q^2}{2g\varphi^2 h_0^2} - \frac{\alpha_{01} v_{01}^2}{2g} = \frac{2,91^2}{19,62 \cdot 0,9^2 \cdot 1,55^2} - \frac{1,1 \cdot 1,44^2}{19,62} = 0,11 \text{ м,}$$

бунда

$$v_{01} = \frac{q}{\sigma h_c''} = \frac{2,91}{1,05 \cdot 1,92} = 1,44 \text{ м/сек}$$

$$\frac{\alpha_{01} v_{01}^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot 1,44^2}{19,62} = 0,116 \text{ м}$$

$\varphi = 0,90$ (остона айлана шаклда эмас); $\sigma = 1,05$

Унда биринчи яқинлашишда

$$d = 1,05 \cdot 1,92 - (1,55 + 0,11) = 0,37 \text{ м}$$

Ҳовуз мавжудлигида солиштирма энергия ошади ва қуйидагига тенг бўлади:

$$E_0' = p_1 + p_{cm} + H_{01} + d = 4,40 + 0,37 = 4,77 \text{ м.}$$

Бундан

$$\Phi(\tau_c) = \frac{2,91}{0,90(4,77)^{3/2}} = 0,31$$

XXIX жадвал бўйича $\varphi'' = 0,90$ бўлганда $\tau_c'' = 0,432$ га эга бўламиз.

Бундан

$$h_c'' = 0,432 \cdot 4,77 = 2,06 \text{ м,}$$

$$v_{01} = \frac{q}{\sigma h_c''} = \frac{2,91}{1,05 \cdot 2,06} = 1,33 \text{ м/сек,}$$

$$\frac{\alpha_{01} v_{01}^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot 1,33^2}{19,62} \approx 0,1 \text{ м,}$$

$$\Delta z = \frac{q^2}{2g\varphi^2 h_0^2} - \frac{\alpha_{01} v_{01}^2}{2g} = 0,223 - 0,1 \approx 0,12 \text{ м.}$$

Иккинчи яқинлашишда ҳовуз чуқурлиги

$$d = 1,05 \cdot 2,06 - (1,55 + 0,12) = 0,50 \text{ м.}$$

Кейинги яқинлашиш сифатида $d = 0,50 \text{ м}$ оламиз. Бундан

$$E_0 = p_1 + p_{\text{нов}} + H_{01} + d = 4,40 + 0,50 = 4,90 \text{ м,}$$

$$\Phi(\tau_c) = \frac{2,91}{0,90 \cdot 4,9^{3/2}} = 0,298,$$

$$\tau_c'' = 0,4248 \text{ ва } h_c'' = 0,4248 \cdot 4,90 = 2,08 \text{ м.}$$

$$\Delta z \text{ шаршара } v_{01} = \frac{2,91}{1,05 \cdot 2,08} = 1,32 \text{ м/сек ва } \frac{\alpha_{01} v_{01}^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot 1,32^2}{19,62} \approx 0,1 \text{ м}$$

бўлганда $\Delta z = 0,223 - 0,1 \approx 0,12 \text{ м}$ га тенг бўлади.

Ҳовуз чуқурлиги

$$d = 1,05 \cdot 2,08 - (1,55 + 0,12) = 0,52 \text{ м}$$

Олинган чуқурлик танланганга нисбатан 5% га фарқда бўлганлиги сабабли, $d = 0,52 \text{ м}$ қабул қиламиз.

Энди ҳовуз узунлигини аниқлаймиз

$$l_{\text{хов}} = l_{\text{мул}} + l_{\text{сак}},$$

бунда

$$l_{\text{мул}} = 1,33 \sqrt{H_{01}(p_0 + p_1 + d + 0,3H_{01})} = 1,33 \sqrt{1,35(0,8 + 2,25 + 0,52 + 0,3 \cdot 1,35)} = 3,8 \text{ м}$$

$$l_{\text{сак}} = 3 \cdot 2,08 = 6,24 \text{ м, } l_{\text{хов}} = 3,8 + 6,24 = 10,04 \text{ м.}$$

$l_{\text{хов}} = 10 \text{ м}$ қабул қиламиз.

Ҳовуздаги сув

чуқурлиги

$$\sigma h_c'' = 1,05 \cdot 2,08 = 2,19 \text{ м}$$

$p_1 + p_0 + d = 2,25 + 0,80 + 0,52 = 3,57 \text{ м}$ га нисбатан кичик, унда девор кўмилмайди.

11.1-расмда схематик бўйлама графикли бўйинча ўк ва шаршара плани кўрсатилган.

11.2-машқ.

Сирдарёда гидротехник иншоот бўғини лойihalанаяпти. Бўғин таркибига (11.16-расм) сув ўлчагич тўгон; сув омбор бошқарув иншооти; магистрал канал қисми билан; деривацион каналда сув олиш иншооти.

Магистрал канал кишлок хўжалик экинларини сугоришга ва ичимлик сув таъминотига хизмат қилади. Деривацион канал сувни гидроэлектростанцияга олиб боради. Магистрал каналга шаршара ўрнатилган. Таксимловчи бўғин қўйилган. Ташлама каналда тезоқар қурилган, таксимловчи каналда эса шаршара мавжуд. Қуйидагиларни аниқлаш талаб қилинади:

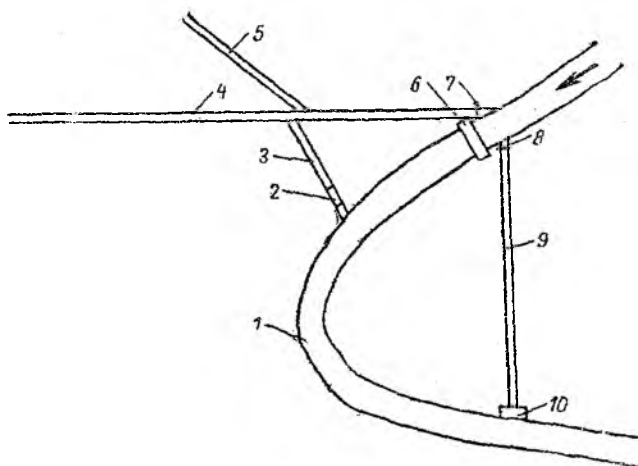
1. Сув оқимининг текис ҳаракатида магистрал, таксимлаш ва ташлама каналларнинг гидравлик ҳисоби.
2. Сув оқимининг нотекис ҳаракатида магистрал ва ташлама каналларнинг гидравлик ҳисоби.

3. Сув олувчи бошқарув иншооти, сув ўтказувчи тўғон, сув ўтказувчи тўғоннинг пастки бьефи ва ташлама каналдаги тезоқарнинг гидравлик ҳисоблари.

I. Каналдаги текис ҳаракат.

Магистрал канал ҳисоби

1. Канал ўлчамларини ювилмаслик ва доғиза чўқмаслик шароитида аниқлаш.
2. Берилган сарф ва $Q = f(h)$ эгрилиги чизигини куриш учун нормал чуқурликни аниқлаш.



11.16-расм.

1-дарё; 2-ташлама каналдаги тезоқар; 3-ташлама канал; 4-магистрал канал; 5-таксимлагич; 6-тўғон; 7-магистрал каналдаги сув олиш учун бошқарув иншооти; 8-деривацион каналдаги сув олиш учун бошқарув иншооти; 9-деривацион канал; 10-ГЭС.

Ҳисоб учун маълумот:

сарф: $Q_{\text{шри}} = 17 \text{ м}^3/\text{сек}$, $Q_{\text{н}} = 1,50 Q_{\text{шри}}$, $Q_{\text{мин}} = 0,75 Q_{\text{нор}}$; канал туби нишаблиги $i = 0,00036$; канал ўртача нормалдан баланд; тупрок - нормал зич лой; оқим лойкалиги $\rho = 1,9 \text{ кг/м}^3$; чўқиндининг фракцион таркиби:

Фракция	I	II	III	IV
$d, \text{мм}$	0.25-0.10	0.10-0.05	0.05-0.10	<0.01
%	2	23	25	50

Магистрал канал унинг ювилмаслик ва лойқа чуқмаслик шартидан келиб чиқиб ҳисобланади. (5.22') ёки (5.22'') шартини таъминлаши зарур.

1. $R_{\text{э.к}}$ катталикини $Q_{\text{мокс}} = 1,5 Q_{\text{ири}} = 1,5 \cdot 17 = 25,7 \text{ м}^3/\text{сек}$ сарф бўлганда аниқлаймиз. Ҳисобни И.И.Агроскин усули бўйича олиб борамиз.

Трапедия шаклидаги канал учун

$$F(R_{\text{э.к}}) = \frac{1}{4m_0} \frac{Q_{\text{мокс}}}{\sqrt{i}} = \frac{1}{7,312} \frac{25,5}{\sqrt{0,00036}} = 183,5,$$

бунда $4m_0 = 7,312$ X жадвал бўйича қиялик коэффиценти $m=1,0$ бўлганда IX жадвалдан нормал лой учун олинган.

II жадвалдан тупроқли каналда ортикча меъёридаги лойқа мавжудлик шarti билан ғадир-будирлик коэффиценти $n=0,0225$ топамиз.

X жадвалдан $F(R_{\text{э.к}})=183,5$ ва $n=0,0225$ бўлганда $R_{\text{э.к}}=1,7 \text{ м}$ аниқлаймиз.

2. $R_{\text{ю}}$ ҳисоби. $16,1^2$ -жадвалга асосан нормал тупроқ учун ювилмаслик тезлиги $v_{\text{ю}}=1,2 \text{ м/сек}$ оламиз.

Унда йўл қўйилган катталики ювилмаслик шартига кўра гидравлик радиуси $R_{\text{к}}$ боғлиқлигига қараб аниқлаймиз.

$$R_{\text{к}} = \sqrt{\left(\frac{n}{i} v_{\text{ю}}\right)^3} = \sqrt{\left(\frac{0,0225}{\sqrt{0,0036}} \cdot 1,2\right)^3} = 1,69 \text{ м}.$$

$R_{\text{ю}} < R_{\text{э.к}}$ олиб, (5.22') ифодага асосан ҳисобни олиб бориш зарур

$$R_{\text{л.б}} < R < R_{\text{ю}}$$

3. $R_{\text{л.б}}$ ни аниқлаймиз. Бунинг учун дастлаб чуқинди фракция диаметрларини билган ҳолда, XVII жадвалдан чуқиндиларнинг гидравлик йириклиги $W_{\text{д}}$ топамиз (II.11-жадвал).

II.11-жадвал

Чуқинди фракциялари	I	II	III	IV
Диаметрларнинг чегаравий қийматлари мм%	0,25 – 0,10/2	0,10 – 0,05/23	0,05 – 0,01/25	< 0,01/50
Гидравлик йирикликнинг чегаравий қийматлари $W_{\text{д}}$ см/сек.	2,7 – 0,692	0,692 – 0,173	0,173 – 0,007	0,007

Кейинги ҳисобларда ҳар бир фракциянинг ўртача геометрик гидравлик йириклигини қўйидаги формула орқали аниқланади

$$W_{\phi} = \frac{W_{d_1} + W_{d_2} + \sqrt{W_{d_1} \cdot W_{d_2}}}{3},$$

бунда W_{d_1} ва W_{d_2} – фракция диаметрлари учун гидравлик йириклик киймати.

$$W_{\phi_1} = \frac{2,7 + 0,692 + \sqrt{2,7 \cdot 0,692}}{3} = 1,58 \text{ см/сек},$$

$$W_{\phi_{II}} = \frac{0,692 + 0,173 + \sqrt{0,692 \cdot 0,173}}{3} = 0,403 \text{ см/сек}.$$

$$W_{\phi_{III}} = \frac{0,173 + 0,007 + \sqrt{0,173 \cdot 0,007}}{3} = 0,064 \text{ см/сек}.$$

$$W_{\phi_{IV}} = 0,007 \text{ см/сек}.$$

Ўқмаларнинг ўртача ўлчанган гидравлик йириклигини аниқлаш

$$W = \frac{\sum W_{\phi_i} P_i}{100} = \frac{1,58 \cdot 2 + 0,403 \cdot 23 + 0,064 \cdot 25 + 0,007 \cdot 50}{100} = 0,1437 \text{ см/сек} = 0,001437 \text{ м/сек}.$$

бунда p_i ҳар бир фракциянинг фоизи.

R_{∞} катталиқ аниқлаш (5.18') формула бўйича

$$R_{\infty} = \frac{12,7n}{\sqrt{i}} \sqrt[3]{\frac{\rho^2 M^2 W}{i}}$$

бунда ρ – оқимни оқизиш кетиш кобилияти: $\rho = 1,9 \text{ кг/м}^3$, $0,002 \leq W \leq 0,008$ бўлганда $M = W$, $0,0004 \leq W \leq 0,002 \text{ м/сек}$ бўлганда $M = 0,002 \text{ м/сек}$.

Ҳозирги ҳолатда $W = 0,001437 < 0,002$, шунинг учун $M = 0,002 \text{ м/сек}$

Бундан

$$R_{\infty} = \frac{12,75 \cdot 0,0225}{\sqrt{0,00036}} \sqrt[3]{\frac{1,9^2 \cdot 0,002^2 \cdot 0,001437}{0,00036}} = 0,584 \text{ м}$$

оламит.

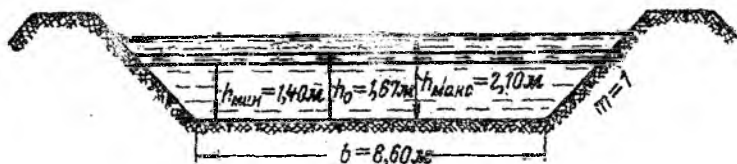
Демак, $R_m = 1,69 \text{ м}$, $R_{\infty} = 0,58 \text{ м}$ га эга бўламит.

4. $Q_{\text{мгн}}$ сарф бўлганда канал ўлчамларини аниқлаймитиз. R_m ва R_{∞} бўлимида ҳисобий гидравлик радиус кийматини оламитиз.

$R = 1,55$ м бўлса, бунда $\frac{R}{R_{\text{э.э.к}}} = \frac{1,55}{1,70} = 1,911$ бўлади. XI жадвал бўйича

$R/R_{\text{э.э.к}} = 0,911$ бўлганда $h_{\text{макс}}/R_{\text{э.э.к}} = 1,24$ ва $m = 1,0$ бўлганда $b/R_{\text{э.э.к}} = 5,06$ ларни аниқлаймиз. Бундан

$h_{\text{макс}} = 1,7 \cdot 1,24 = 2,1$ м, $b = 1,7 \cdot 5,06 = 8,6$ м эга бўламиз.



11.17-расм.

Канал туби бўйича тахминий кенглигини танлаймиз $b = 8,6$ м (11.17-расм).

5. $Q_{\text{нор}} = 17 \text{ м}^3/\text{сек}$ нормал сарфда канал ўлчамлари ҳисоблаймиз.

Аниқлаймиз:

$$F(R_{\text{э.э.к}}) = \frac{1}{4m_0} = \frac{Q_{\text{нор}}}{\sqrt{i}} = \frac{1}{7,312 \sqrt{0,00036}} = 122 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

X жадвалда $F(R_{\text{э.э.к}}) = 122$ бўйича $n = 0,0225$ бўлганда $R_{\text{э.э.к}} = 1,46$ м катталиқни топамиз.

$$\frac{b}{R_{\text{э.э.к}}} = \frac{8,60}{1,46} = 5,85$$

эга бўламиз.

X жадвал бўйича куйидагини топамиз

$$\frac{h_0}{R_{\text{э.э.к}}} = 1,143.$$

Бундан $h_0 = 1,143 \cdot 1,46 = 1,67$ м. Биз лойихалаётган канал суғориш каналларини лойихаловчи ТУиН бўйича тавсия қилинувчи каналга қанчалик яқин эканлигини текширамыз. $\beta = b/h$ катталиқ ҳисобини С.А.Гиршкан империк формуласи бўйича

$$\beta = 3\sqrt[3]{Q_{\text{нор}}} - m = 3\sqrt[3]{17} - 1 = 5,09.$$

Бир вақтда

$$\beta_{\text{факт}} = \frac{b}{h_0} = \frac{8,60}{1,67} = 5,15$$

эга бўламиз.

$\beta \approx \beta_{\text{факт}}$ ҳолатда канал қулай лойихаланган. Якуний қилиб $b = 8,6$ м оламиз.

6. Сарф $Q_{\min} = 0,75 Q_{\text{нор}} = 0,75 \cdot 17 = 12,75 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда канални лойқа босишга текширамыз.

Аниқлаймыз.

$$F(R_{\text{э.ж}}) = \frac{1}{4m_0} \frac{Q_{\min}}{\sqrt{i}} = \frac{1}{7,312} \frac{12,75}{\sqrt{0,00036}} = 91,75 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Х жадвал бўйича $R_{\text{э.ж}} = 1,31 \text{ м}$ ва $h_{\min} = 1,072 \cdot 1,31 = 1,4 \text{ м}$ топамиз. Тезликни аниқлаймыз.

$$v_{\min} = \frac{Q_{\min}}{\omega_{\min}} = \frac{Q_{\min}}{(b + mh_{\min})h_{\min}} = \frac{12,75}{1,4(8,6 + 1 \cdot 1,4)} = 0,91 \text{ м/сек}.$$

Х жадвал $R_{\text{ю}} = 0,584$ бўйича $n = 0,0225$ бўлганда $(C\sqrt{R})_{\text{ю}} = 30,85 \text{ м/сек}$ топамиз ва ҳисоблаймыз:

$$v_{\text{эб}} = (C\sqrt{R})_{\text{ю}} \sqrt{i} = 30,85 \sqrt{0,00036} = 0,585 \text{ м/сек}$$

Шундай қилиб, $v_{\min} > v_{\text{эб}}$ эга бўлиб, бунда канални лойқа босмайди.

7. Сарф $Q_{\max} = 25,5 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда канални ювилишига текширамыз.

$R = 1,55 \text{ м}$, Х жадвал бўйича $R = 1,55 \text{ м}$ да $n = 0,0225$ бўлганда $C\sqrt{R} = 59,52 \text{ м/сек}$ ни топамиз. Бундан

$$v_{\max} = C\sqrt{R}\sqrt{i} = 59,52 \sqrt{0,00036} = 1,13 \text{ м/сек}$$

Ювилишда йўл қўйиладиган тезликни тахминий $1,2 \text{ м/сек}$ деб оламиз. $h_{\max} = 2,1 \text{ м}$ бўлганда, XVI жадвалдан

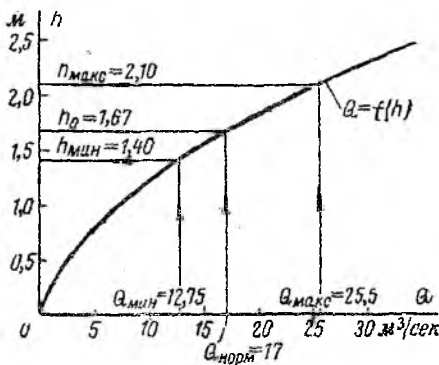
$v_{\text{ю}} = 1,4 \text{ м/сек} > v_{\max} = 1,13 \text{ м/сек}$ оламиз. Бундай ҳолда канал ювилмайди.

8. Каналнинг қабул қилинган ўлчовларида ($b = 8,6 \text{ м}$, $m = 1$, $i = 0,00036$ ва $n = 0,0225$) $Q = f(h)$ эгри чизигини курамыз.

11.12-жадвал

$h, \text{м}$	$\omega = (b + mh)h, \text{м}^2$	$\chi = b + 2h \times \sqrt{1 + m^2}, \text{м}$	$R = \frac{\omega}{\chi}, \text{м}$	$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R, \text{м}^{0,5}/\text{сек}$	$C\sqrt{R}, \text{м/сек}$	$Q = \omega C\sqrt{R}i, \text{м}^3/\text{сек}$
0,5	4,55	9,02	0,505	41,0	27,65	2,39
0,9	8,55	11,16	0,767	42,6	37,23	6,05
1,3	12,90	12,26	1,050	45,0	45,92	11,21
1,7	17,50	13,43	1,300	46,1	52,98	17,55
2,1	22,40	14,57	1,540	47,6	59,52	25,40
2,5	27,60	15,70	1,760	48,6	64,49	34,10
2,9	33,40	16,84	1,980	49,0	80,39	44,60

Ҳисобланган жадвал натижаларига асосан график курамыз (11.18-расм).



11.18-расм.

Таксимлаш канали ҳисоби.

Таркиби:

1. Берилган қўмилган чуқурлик $h_0 = 1,4$ м бўлганда таксимлаш каналининг кенглиги b аниқлаш.
2. Ювилишга ва лойқа босишга текшириш.

Ҳисоб учун қийматлар:

Сарф $Q = 0,5 Q_{\text{нор}} = 0,5 \cdot 17 = 8,5 \text{ м}^3/\text{сек}$, тубининг нишаблиги $i = 0,00032$, тупрок — зич, қиялик коэффиценти $m = 1,0$, ғадир-будирлик коэффиценти $n = 0,025$.

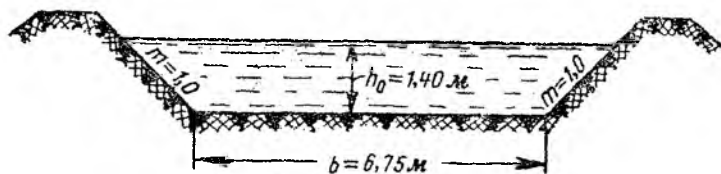
Ҳисоблаш куйидаги кетма-кетликда олиб борилади:

1. Берилган қўмилган чуқурликда канал кенглиги b ни аниқлаймиз, бунда $h_0 = 1,4$ м, $Q = 0,5 Q_{\text{норм}} = 0,5 \cdot 17 = 8,5 \text{ м}^3/\text{сек}$, $n = 0,025$, $m = 1,0$, $i = 0,00032$

$$F(R_{\text{с.к}}) = \frac{1}{4m_0} \frac{Q}{\sqrt{i}} = \frac{1}{7,312} \frac{8,5}{\sqrt{0,00032}} = 65 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Х жадвал бўйича $F(R_{\text{с.к}}) = 65$ ва $n = 0,025$ бўлганда $R_{\text{с.к}} = 1,20$ м топамиз. Бундан $\frac{h_0}{R_{\text{с.к}}} = \frac{1,4}{1,2} = 1,17$. XI жадвал бўйича $m = 1$ бўлганда

$\frac{b}{R_{\text{с.к}}} = 5,62$ ва $b = 5,62 \cdot 1,2 = 6,75$ м ни аниқлаймиз (11.19-расмга қаранг).



11.19-расм.

2. Канал ювилишини текшираимиз.

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{Q}{(b + mh_0)h_0} = \frac{8,5}{1,4(6,75 + 1 \cdot 1,4)} = 0,745 \text{ м/сек.}$$

Олинган тезликни v йўл қўйиладиган ювилиш $v_{ю}$ билан таққослаймиз, нормал саз тупрок учун $1,2 \text{ м/сек}$ тенг (XVI жадвалга қаранг). Бундан $v < v_{ю}$. Канал ювилмас

3. Канални лойка босишга текшириш.

R_3 ни $M = 0,002 \text{ м/сек}$ ва $W = 0,001237 \text{ м/сек}$ бўлганда аниклаш.

$$R_3 = \frac{12,75}{\sqrt{i}} \cdot \sqrt{\frac{\rho^2 M^2 W}{i}} = \frac{12,75 \cdot 0,025}{\sqrt{0,00032}} \sqrt{\frac{1,9^2 \cdot 0,002^2 \cdot 0,001437}{0,00032}} = 0,72 \text{ м.}$$

X жадвалдан $(C\sqrt{R})_3 = 31,48 \text{ м/сек}$ топамиз. Бундан

$$v_{ю} = (C\sqrt{R})_3 \sqrt{i} = 31,48 \sqrt{0,00032} = 0,56 \text{ м/сек.}$$

Демак, канални лойка босмайди, чунки, $v < v_{ю}$.

Ташлама канал ҳисоби.

Канал ҳисоби қуйидаги кетма-кетликда олиб борилади:

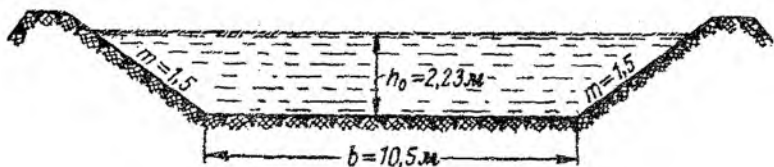
1. Қуйидаги берилган гидравлик параметрларда каналнинг кенглиги ва қўмилиш чуқурлигини аниқланг: $\beta = 4,7 \text{ м}$, $Q = 0,5 Q_{норм} = 0,5 \cdot 17 = 25,5 \text{ м}^3/\text{сек}$, $i = 0,00022$, $n = 0,025$, $m = 1,5$ (тупрок – енгил суглинок XI жадвалдан). Бундан

$$F(R_{г,к}) = \frac{1}{4m_0} \frac{Q}{\sqrt{i}} = \frac{1}{8,424} \frac{25,5}{\sqrt{0,00022}} = 204 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

σ ўлчамсиз катталиқни аниқлаймиз:

$$\sigma = \frac{m_0 h}{b + mh} = \frac{m_0}{\beta + m} = \frac{2,106}{4,7 + 1,5} = 0,34.$$

XI жадвал бўйича $\sigma = 0,34$ бўлганда $h_0/R_{г,к} = 1,209$ ва $b/R_{г,к} = 1,209$. Бундан $h_0 = 1,209 \cdot 1,84 = 2,23 \text{ м}$, $b = 5,67 \cdot 1,84 = 10,5 \text{ м}$ (11.20-расм), $\beta = 10,5/2,23 = 4,7$.



11.20-расм.

2. Канал ювилишини текшираимиз.

$$v = \frac{Q}{(b + mh_0)h_0} = \frac{25,5}{(10,5 + 1,5 \cdot 2,23)2,23} = 0,825 \text{ м/сек.}$$

XVI жадвалдан $v_{ю} = 0,9 \text{ м/сек}$ (тупрок – енгил суглинок, $h = h_0 = 2,23 \text{ м}$). Демак $v < v_{ю}$. Канал ювилмас

3. Канални лойка босишга текшириш.

$$R_{л.б} = \frac{12,75n}{\sqrt{i}} \sqrt[3]{\frac{\rho^2 M^2 W}{i}} = \frac{12,75 \cdot 0,025}{\sqrt{0,00022}} \sqrt[3]{\frac{1,9^2 \cdot 0,002^2 \cdot 0,001437}{0,00022}} = 0,978 \text{ м.}$$

X жадвалдан $(C\sqrt{R})_{л.б} = 39,4 \text{ м/сек}$ топамиз. Бундан

$$v_{л.б} = (C\sqrt{R})_{л.б} \sqrt{i} = 39,4 \sqrt{0,00022} = 0,59 \text{ м/сек.}$$

Демак, канални лойка босмайди, чунки $v > v_{л.б}$.

II Нотекис ҳаракат.

Магистрал каналда кўтарилувчи сатх эгри чизигини куриш.

Ҳисоб:

1. Магистрал каналдаги критик чуқурликни аниқлаймиз. Берилганлар:

$Q = Q_{норм} = 17 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b = 8,6 \text{ м}$, $m = 1$ критик чуқурлик ҳисобини

И.И.Агроскин формуласига яқинроқ формула орқали бажарамиз

$$h_{кр} = \left(1 - \frac{z_n}{3} + 0,105 z_n^2\right) h_{к.н} = \left(1 - \frac{0,0884}{3} + 0,105 \cdot 0,0884^2\right) 0,760 = 0,74 \text{ м,}$$

бунда

$$h_{к.н} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{g b^2}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 17^2}{9,81 \cdot 8,6^2}} = 0,76 \text{ м,}$$

$$z_n = \frac{m h_{к.н}}{b} = \frac{1 \cdot 0,76}{8,6} = 0,0884.$$

Кейин график тенгламани ечиб, бу катталикни аниқлаймиз

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{\omega_{кр}^3}{B_{кр}}$$

$h, \text{м}$	$\omega = (b + mh)h, \text{м}^2$	$B = b + 2mh, \text{м}$	$\omega^3, \text{м}^6$	$\frac{\omega^3}{B}, \text{м}^5$	Эслатма
0,3	2,67	9,20	18,1	1,97	$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{1,1 \cdot 17^2}{9,82} = 32,4 \text{ м}^5$
0,4	3,60	9,40	46,5	4,95	
0,5	4,50	9,60	86,1	8,90	
0,6	5,53	9,80	170,0	17,3	
0,7	6,50	10,00	275,0	27,5	
0,8	7,50	10,20	425,0	41,5	

Маълумотларга асосан $\omega^3 / B = f(h)$ графигини курамиз ва график бўйича $\omega_{кр}^3 / B_{кр} = 32,4$ бўлганда $h_{кр} = 0,74 \text{ м}$ критик чуқурлик катталигини топамиз. Якуний қилиб $h_{кр} = 0,74 \text{ м}$ танлаймиз.

2. Магистрал каналда нормал сарф бўлганда эркин сирт эгрилигини курамиз.

Ҳисоб учун қуйидаги маълумотлар берилган: $Q_{нор} = 17 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b = 8,6 \text{ м}$, $h_0 = 1,67 \text{ м}$, $h_{кр} = 0,74 \text{ м}$, $h_{чез} = 1,5h_0 = 1,5 \cdot 1,67 = 2,5 \text{ м}$, $m = 1$, $i = 0,00036$, $n = 0,0225$.

Магистрал каналда текис режим ўзгариши димлаш иншооти таъсири натижасида бўлади. Димлаш иншооти олдидаги каналда сув оқими чуқурлиги $h_{чез2} = 2,50 \text{ м}$. Дастлаб каналдаги эркин сирт шаклини аниқлаймиз. $h_0 > h_{кр}$ ва $i > 0$ эга бўлсак, эркин сирт эгри чизиги a зонада жойлашган. Эркин сирт эгри чизиги тахлили қуйидаги формула бўйича аникланади:

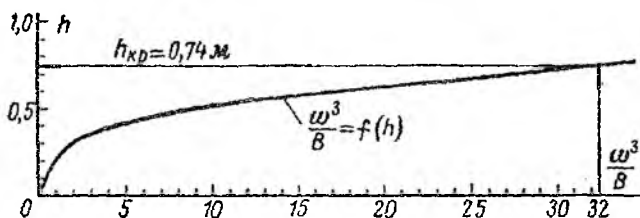
$$\frac{dh}{dl} = i \frac{1 - \left(\frac{K_0}{K} \right)^2}{1 - \Pi_k}$$

бунда Π_k – кинетиклик параметри.

$h_{чез2} > h_0 > h_{кр}$ га эга бўлсак, $K > K_0$ ва оқим тинч ҳолатда ($\Pi_k < 1$).

Бундан

$$\frac{dh}{dl} = i \frac{+ \text{супрат}}{+ \text{махраж}} > 0.$$



11.21-расм.

Бу эса куйи оқим бўйича чуқурлик ошишини кўрсатади. Кўтарилувчи сатҳ эгри чизиғи охиридаги чуқурлик $h_{\text{чер}2} = 2,50 \text{ м}$ тенг. Кўтарилувчи сатҳ эгри чизиғи бошидаги чуқурликни $h_{\text{чер}1} = h_0$ бўлганда $h_{\text{чер}1} = 1,02h_0 = 1,02 \cdot 1,67 = 1,70 \text{ м}$ кўтарилувчи сатҳ эгри чизиғи узунлиги чексизликка тенг бўлар эди. Кўтарилувчи сатҳ эгри чизиғи (6.11) формула бўйича аникланади

$$l_{1-2} = \frac{a}{i} \left\{ z_2 - z_1 - (1 - P'_k)_{\text{пр}} [\Phi(z_2) - \Phi(z_1)] \right\}$$

Павловский усули бўйича $x = 2$ бўлганда сарфни $Q = f(h)$ график бўйича аниқлаймиз (11.18-расмга қаранг).

$\Phi(z)$ кийматини $x = 2$ бўлганда XXIIa жадвалдан оламиз. Барча кўтарилувчи сатҳ эгри чизиғи бўйича олинган кийматларни 11.14-жадвалга киритамиз. Жадвалнинг 19-графасини жамлаб $l_{\text{к.с}} = 5555 \text{ м}$ ни топамиз. Энг чекка кесимларни текшираимиз:

$$z_2 = 2,0; \quad z_1 = 1,03; \quad \Phi(z_2) = 0,550; \quad \Phi(z_1) = 2,107; \quad P'_{k1} = 0,077; \quad P'_{k2} = 0,082.$$

$$\Delta h = h_{\text{чер}2} - h_{\text{чер}1} = 2,50 - 1,70 = 0,80 \text{ м}; \quad \Delta z = z_2 - z_1 = 2,0 - 1,03 = 0,97;$$

$$a = \frac{\Delta h}{\Delta z} = \frac{0,80}{0,97} = 0,825;$$

$$\frac{a}{i} = \frac{0,825}{0,00036} = 2290;$$

$$l_{1-2} = 2290 \left\{ 2,0 - 1,03 - \left(1 - \frac{0,082 + 0,077}{2} \right) [0,550 - 2,107] \right\} = 5500 \text{ м.}$$

$$\text{Аниқлик} \frac{(5555 - 5500) \cdot 100\%}{5555} \approx 1\% \text{ ташкил қиляпти.}$$

N_0	$h, м$	$Q' = f(h),$ $м^3/сек.$	$z = \frac{Q'}{Q}$	Δz	$\Phi(z)$	$\Delta\Phi(z)$	$\omega = (b + mh)h$ $м^3$	$\omega^3, м^6$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2,50	34,0	2,00	0,20	0,550	-0,076	27,8	21500
2	2,34	30,6	1,80	0,21	0,626	-0,114	25,6	16800
3	2,18	27,0	1,59	0,19	0,740	-0,156	23,40	12800
4	2,02	23,8	1,40	0,18	0,896	-0,260	21,40	9800
5	1,86	20,7	1,22	0,19	1,156	-0,951	19,41	7300
6	1,70	17,6	1,03		2,107		17,56	5400

11.14-жадвалнинг давоми

$B = b +$ $+ 2mh, м$	Π'_κ	$\Pi'_{\kappa, \text{ур}}$	$(1 - \Pi'_\kappa)_{\text{ур}}$	$[13] \times [7]$	$[5] - [14]$	$\Delta h = h_2 - h_1,$	$a = \frac{\Delta h}{\Delta z}$
10	11	12	13	14	15	16	17
13,60	0,082	0,0825	0,9175	-0,0697	0,270	0,16	0,800
13,28	0,083	0,08275	0,9125	-0,104	0,314	0,16	0,761
12,96	0,0825	0,08215	0,91785	-0,1434	0,333	0,16	0,842
12,64	0,0818	0,0814	0,9186	-0,239	0,419	0,16	0,888
12,32	0,081	0,079	0,921	-0,875	1,065	0,16	0,842
12,00	0,077						

11.14-жадвалнинг давоми

$\frac{a}{i}$	$l_{1-2} = [18] \times [15]$	Эслатма
2220	599	$Q = 17 м^3/сек.$ $b = 8,6 м.$ $m = 1,0.$ $i = 0,00036.$ $h_0 = 1,67 м.$ $n = 0,0225.$ $h_{cp} = 0,74 м.$
2110	653	
2340	778	
2465	1035	
2340	2490	

Кўтарилувчи сатх эгри чизиги жадвалдаги маълумотга асосан қурилган (11.22-расм).

Ташлама каналда пасайиш эгри чизигини қуриш.

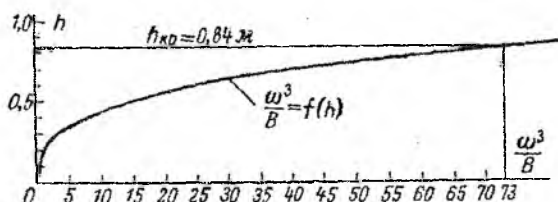
Ҳисоблаш учун маълумотлар:

$Q = Q_{\text{макс}} = 25,5 м^3/сек$ тезоқар олдидаги канал чуқурлиги $h_{\text{соз2}} = 1,2 h_{\text{cp}},$
 $b = 10,5 м,$ $m = 1,5,$ $n = 0,025,$ $i = 0,00022,$ $h_0 = 2,23 м,$ $m_0 = 2,106.$

Жадвалдаги маълумотларга кўра 11.23-графикни курамиз ва

$h_{кр} = 0,84$ м катталикка мос $\frac{\omega_{кр}^3}{B_{кр}} = 73$ кийматини график бўйича топамиз.

Якуний қилиб $h_{кр} = 0,84$ м оламиз.



11.23-расм.

2. Ташлама каналдаги эркин сирт эгри чизигини курамиз. Ташлама каналдаги текис ҳаракатнинг ўзгариши каналдаги тезоқар сабабдидир. Каналдаги тезоқар олдидаги чуқурлик $h_{қер2} = 1,2h_{кр} = 1,2 \cdot 0,84 = 1,01$ м. Эркин сирт эгри чизиги олдидаги сув чуқурлиги $h_{қер2} = 0,98h_0 = 0,98 \cdot 2,23 = 2,19$ м.

Каналдаги эркин сирт шаклини аниқлаймиз. Бунда $h_0 > h_{кр}$, $i > 0$, $h_0 > h_{қер2} > h_{кр}$, $h_{қер1} > h_{кр}$, демак, $K_0 > K$ ва $\Pi_k < 1$ да оқим тинч ҳолатда.

Шундай қилиб,

$$\frac{dh}{dl} = i \frac{1 - \left(\frac{K_0}{K}\right)^2}{1 - \Pi_k} = i \frac{-\text{сурам}}{+ \text{махраж}} < 0,$$

оқим бўйлаб чуқурлик камаяди. Бу ҳолатда пасайиш эгри чизиги b_1 типда.

Пасайиш эгри чизиги ҳисоби И.И.Агроскин усули бўйича $x = 5,5$ бўлганда олиб борилади.

Ҳисобни (6.11) тенглама бўйича олиб борамиз.

$$l_{1-2} = \frac{a}{i} \left\{ z_2 - z_1 - (1 - \Pi'_k)_{кр} [\Phi(z_2) - \Phi(z_1)] \right\}$$

z ва Π'_k (6.14) ва (6.15) формула бўйича аниқлангач:

$$\Pi'_k = \frac{0,112i}{n^2} b^{0,1} \theta(\sigma) = \text{const} \theta(\sigma),$$

$$z = [h_0 F(\sigma_0)]^{-1} h F(\sigma),$$

бунда $\sigma = \frac{m_0 h}{b + mh}.$

$F(\sigma)$ – функция, XXIII а жадвал буйича аниқланган катталик.

$\theta(\sigma)$ – функция, XXIII б жадвал буйича аниқланган катталик.

11.16-жадвал

№	$h, м$	σ	$F(\sigma)$	$hF(\sigma)$	z	Δz	$\Phi(z)$	$\Delta\Phi(z)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,01	0,177	1,796	1,81	0,594	-0,074	0,573	-0,106
2	1,21	0,207	1,684	2,04	0,668	-0,071	0,679	-0,084
3	1,41	0,235	1,598	2,25	0,739	-0,066	0,763	-0,087
4	1,61	0,263	1,525	2,46	0,805	-0,065	0,850	-0,106
5	1,81	0,288	1,467	2,66	0,870	-0,070	0,956	-0,172
6	2,01	0,314	1,426	2,87	0,940	-0,050	1,128	-0,346
7	2,19	0,334	1,377	3,02	0,990		1,474	

11.16-жадвалнинг давоми

$\theta(\sigma)$	Π'_κ	$\Pi'_{\kappa, \text{cp}}$	$(1 - \Pi'_\kappa)_{\text{cp}}$	$[13] \times [9]$	$[7] - [14]$	$\Delta h, м$	σ
10	11	12	13	14	15	16	17
0,352	0,0355	0,0365	0,9635	-0,1022	0,0282	0,20	2,70
0,371	0,0374	0,3830	0,9617	-0,0808	0,0098	0,20	2,82
0,388	0,0392	0,0400	0,9600	-0,0836	0,0176	0,20	3,03
0,404	0,0408	0,0415	0,9585	-0,1018	0,0368	-0,20	3,08
0,417	0,0422	0,0429	0,9571	-0,1650	0,0950	0,20	2,86
0,432	0,0436	0,0441	0,9559	-0,3310	0,2810	0,18	3,60
0,442	0,0446						

11.16-жадвалнинг давоми

$\frac{a}{i}$	$l_{1-2} = [18] \times [15]$	Эслатма
18	19	20
12250	346	$Q = 25,5 м^3 / \text{сек.}$ $m = 1,5$,
12800	125	$b = 10,5 м.$ $n = 0,025$,
13800	242	$h_0 = 2,23 м.$ $m_0 = 2,106$,
14000	514	$h_{\text{неч}} = 2,19 м.$ $h_{\text{неч}2} = 1,01 м.$
13000	1232	$h_{\text{г}} = 0,84$.
16400	4600	

$$\sum l = 7059, м$$

№	$h, м$	$\eta = \frac{h}{b}$	$\Delta\eta = \eta_2 - \eta_1$	$f_1(\eta)$	$\theta(\eta)$	$f(\eta) - f_1(\eta)$
1	2	3	4	5	6	7
1	1,01	0,0962	-0,0094	969,0	2759,60	-754,80
2	1,11	0,1056	-0,0096	720,5	1992,30	-1003,30
3	1,21	0,1152	-0,0095	545,87	1469,30	-1177,93
4	1,31	0,1247	-0,0095	423,93	1114,00	-1299,87
5	1,41	0,1342	-0,0095	335,18	862,20	-1388,62
6	1,51	0,1437	-0,0097	268,91	677,80	-1454,89
7	1,61	0,1534	-0,0096	217,71	538,15	-1506,09
8	1,71	0,1630	-0,0094	178,66	434,02	-1545,14
9	1,81	0,1724	-0,0096	148,74	356,30	-1575,06
10	1,91	0,1820	-0,0096	124,48	292,93	-1599,32
11	2,01	0,1913	-0,0093	105,57	245,02	-1618,23
12	2,11	0,2010	-0,0097	89,60	205,02	-1634,20
13	2,19	0,2085	-0,0075	80,04	179,67	-1643,76

11.17- жадвалнинг давоми

$\theta(\eta) - \theta(\eta_0)$	$\varphi(\eta) = \frac{[7]}{[8]}$	$\sum_n \varphi(\eta)$	$l_{1-2}, м$	Эслатма
8	9	10	11	12
25,91	-0,292	-0,687	15,0	$Q = 25,5 \text{ м}^3 / \text{сек}, m = 1,5,$ $b = 10,5 \text{ м}, n = 0,025, h_0 = 2,23 \text{ м},$ $m_0 = 2,106, h_{\text{неч}} = 2,19 \text{ м},$ $h_{\text{неч}2} = 1,01 \text{ м}, h_{\text{кр}} = 0,84,$ $h_{\text{кр}} = \frac{h_{\text{кр}}}{b} = \frac{0,84}{10,5} = 0,080,$ $\eta_0 = \frac{h_0}{b} = \frac{2,23}{10,5} = 0,2125,$ $\theta(\eta_0) = 167,90; A' = \frac{b\theta(\eta_0)}{2f_1(l_{\text{кр}})} =$ $= \frac{10,5 \cdot 167,90}{2 \cdot 0,00022 \cdot 1723,8} = 2325.$
1824,40	-0,395	-1,300	29,0	
1301,60	-0,905	-2,280	50,3	
946,10	-1,375	-3,405	75,2	
694,30	-2,03	-4,890	108,3	
509,90	-2,86	-6,900	156,0	
370,25	-4,04	-9,840	220,0	
266,12	-5,80	-14,160	310,0	
188,40	-8,36	-21,160	472,0	
125,03	-12,80	-33,800	731,0	
77,02	-21,00	-65,100	1470,0	
37,12	-44,10	-184,100	3210,0	
11,77	-140,00			

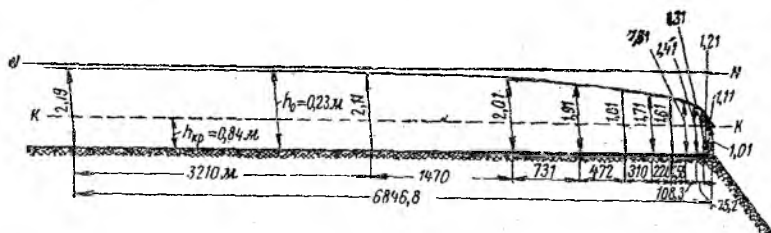
$$\sum l = 6846,8 \text{ м}$$

$$\frac{0,112i}{n^2} b^{0,4} = \frac{0,112 \cdot 0,00022}{0,025^2} \cdot 10,5^{0,4} = 0,101,$$

$$\sigma_0 = \frac{m_0 h_0}{b + m h_0} = \frac{2,106 \cdot 2,23}{10,5 + 1,5 \cdot 2,23} = 0,134.$$

$F(\sigma_0) = 1,367$ (XXIIIа жадвал) $[h_0 F(\sigma_0)]^{-1} = 0,328$. Бундан $\Pi'_k = 0,101\theta(\sigma)$, $z = 0,328 h F(\sigma)$.

Барча пасайиш эгри чизиги бўйича ҳисобларни 11.16-жадвалга киритамиз. Жадвалнинг 19-графасини жамлаб $l_{\text{муш}} = 7059$ м топамиз. Пасайиш эгри чизиги узунлигини йиғинди усули оркали текшираемиз. Бунинг учун $l_{\text{муш}} = 6848,8$ м топиш бўйича 11.17-жадвални тузамиз.



11.24-расм.

Хатолик

$$(\Delta l_{\text{муш}}) \% = \frac{(7059 - 6848,8) 100\%}{7059} = 3\%$$

ташкил килади, бу эса қабул қилинади. Пасайиш эгри чизиги 11.24-расмда тасвирланган.

III. Иншоотларнинг гидравлик ҳисоби

Магистрал канал бошидаги сув олиш бошқарув иншооти ҳисоби.

Ҳисобда:

1. Магистрал каналда сарф максимал бўлганда бошқарув иншоотининг ишчи кенглигини аниклаш.
2. ($Q_{\text{мин}}$ ва $Q_{\text{нор}}$) ҳар хил сарфларда тўсикнинг очилиш баландлигини аниклаш зарур.

Берилган маълумотлар:

Тўғон олдидаги сув сатҳи белгиси

$$H_{\text{ПУ}} = \nabla 10 + h_{\text{моск}} + \Delta z = 10 + 2,1 + 0,3 = 12,4 \text{ м}, (\Delta z = 0,3 \text{ м } 11.25\text{-расм}).$$

Магистрал каналдаги бошқарув иншоотида сув чуқурлиги максимал бўлганда сув сатҳи белгиси $\nabla = \nabla H_{\text{ПУ}} - \Delta z = 12,4 - 0,3 = 12,1$ м киришдаги туташиниш – тескари девор шакли кўринишида; битта бўлим кенглиги $b_{\text{ар}} = 3 \div 5,5$ м таянч орасидаги калинлик $l = 0,5 \div 1,0$ м, дарё туби белгиси $\nabla D = 2,0$ м.

Ҳисоб қўйилганча олиб борилади.

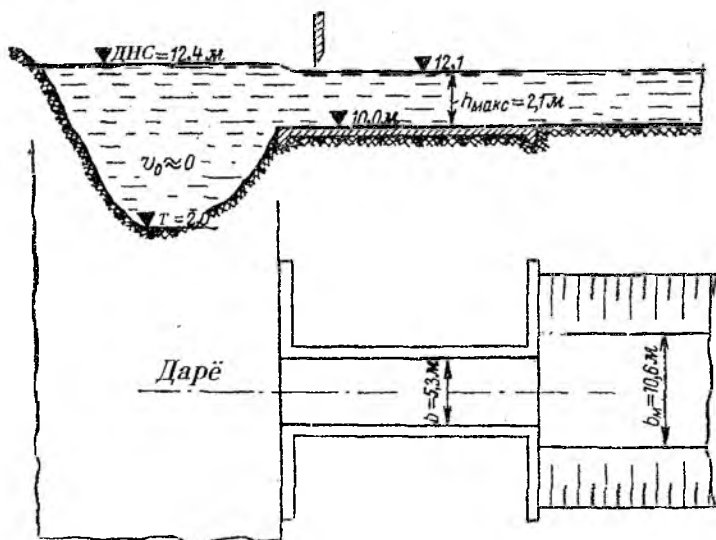
1. $Q = Q_{\max} = 25,5 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда бошқарув иншоотининг ишчи кенглигини аниқлаш. Бошқарув иншооти магистрал каналга сув олиш учун қурилади. Бошқарув иншооти худди кенг остонали, ён сиқилишли сув ўтказгич сингари ишлайди.

Қўмилган сув ўтказгич учун сиқилишли нотекис кириш бўлганда (туташиш тескари девор шакли) сарф коэффицентини В.В.Смислов формуласи бўйича қабул қиламиз.

$$m = 0,3 + 0,08 \frac{bH}{\Omega_{\text{ЮБ}}}$$

бунда $\Omega_{\text{ЮБ}}$ – юкориги бьефнинг ҳаракатдаги кесим сирти.

$\Omega_{\text{ЮБ}} \rightarrow \infty$ бўлса, бунда $m = 0,3$. Сув ўтказгич қўмилишини аниқлаймиз. Агар $\Delta/H_0 < K_2$ бўлса, сув ўтказгич қўмилади. Агар $\Delta/H_0 > K_2$ бўлса, сув ўтказгич қўмилмаган; бунда H_0 – тезлик ҳисобга олингандаги напор.



11.25-расм.

Танланган сув ўтказгич $m = 0,3$ бўлганда, $\varphi = 0,881$, $m/\varphi = 0,34$ ва 24.23³-расмдаги график бўйича $K_2 = 0,83$ топилади. $\Delta = h_{\max} = 2,10 \text{ м}$

³ И.И.Агроскин таҳрири остида «Гидравлика». «Энергия» 1964. 247-бет.

$$H = 12,4 - 10,0 = 2,4 \text{ м}, \quad H \approx H_0 \text{ эга бўлсак, } v_0 \approx 0, \quad \frac{\Delta}{H} = \frac{2,1}{2,4} = 0,875 > K_2 \text{ сув}$$

ўтказгич қўмилган.

Кенг остонали сув ўтказгичга киришда суюқлик окимининг ён томондан сиқилиши ва қўмилганлик ҳолати учун ҳисобланиш формуласи қуйидаги қўринишга эга:

$$Q = \sigma_{\text{к.м}} m b \sqrt{2g} H_0^{3/2},$$

бунда $\sigma_{\text{к.м}}$ — қўмилиш коэффициентини,

b — сув ўтказгич кенглиги

$$\sigma_{\text{к.м}} b = \frac{Q_{\text{макс}}}{m \sqrt{2g} H_0^{3/2}}.$$

Бошқарув иншооти кенглиги b ни шу формуладан аниқлаб $b = 8 \text{ м}$ бўлса,

$$\varepsilon = \frac{b \Delta}{\Omega_{\text{пб}}} = \frac{8 \cdot 2,1}{22,4} = 0,75$$

бунда $\Omega_{\text{пб}}$ — пастки бьефдаги окимнинг ҳаракатдаги кесим сирти.

$$\Omega_{\text{пб}} = (b_{\text{м}} + m h_{\text{макс}}) h_{\text{макс}} = (8,6 + 1,0 \cdot 2,1) \cdot 2,1 = 22,4 \text{ м}^2,$$

$b_{\text{м}} = 8,6 \text{ м}$ — магистрал канал туби кенглиги,

$m = 1,0$ — магистрал каналнинг қиялик коэффициентини,

ε — сув ўтказгичдан кейин оким кенгайишини ҳисобга олувчи коэффициент.

$$\frac{\Delta}{H_0} = \frac{2,1}{2,4} = 0,875.$$

$\varepsilon = 0,75$ ва $\Delta / H_0 = 0,875$ бўлганда 8.8-жадвал бўйича $\sigma_{\text{к.м}} = 0,91$ топамиз.

бунда

$$\sigma_{\text{к.м}} b = 0,91 \cdot 8 = 7,28 \text{ м},$$

$$\frac{Q_{\text{макс}}}{m \sqrt{2g} H_0^{3/2}} = \frac{25,5}{0,30 \cdot 4,43 \cdot 2,4 \cdot \sqrt{2,4}} = 5,16 \text{ м},$$

$$7,28 \approx 5,16.$$

$b = 5,3$ кабул қиламиз.

$$\varepsilon = \frac{5,3 \cdot 2,10}{22,4} = 0,5, \quad \frac{\Delta}{H_0} = 0,875.$$

Бу маълумотлар ва 8.8-жадвал бўйича $\sigma_{\text{к.м}} = 0,97$ топамиз. Бундан $b \sigma_{\text{к.м}} = 5,3 \cdot 0,97 \approx 5,16$. Текшираамиз:

$$Q = \sigma_{\text{к.м}} m b \sqrt{2g} H_0^{3/2} = 0,97 \cdot 0,30 \cdot 5,3 \sqrt{19,62} \cdot 2,4^{3/2} \approx 25,5 \text{ м}^3 / \text{сек}.$$

Яқиний қилиб бошқарув иншооти кенглигини $b = 5,3 \text{ м}$ танлаймиз.

Бошқарув иншооти бўлими кенглиги $b = 5,3$ м (11.25-расмга қаранг). Бошқарув иншоотидаги очик тўсикларнинг баландлигини аниқлаш ҳар хил сарфларда, айнан $Q_{\text{нор}}$ ва $Q_{\text{мин}}$ да:

а) нормал бўлганда очик тўсиклар баландлиги. Ҳисоб учун маълумотлар $Q_{\text{нор}} = 17 \text{ м}^3/\text{сек}$. $h_0 = h_6 = 1,67$ м, $b = 5,3$ м, $H_0 \approx H = 2,4$ м, $b = 5,3$ м.

Тўсиклар остидан оқиб чиқиш характери, оқиб чиқиш эркин деб фараз қилинади. Бунинг учун h_c'' ни топиш зарур ва уни h_6 билан солиштирамиз.

$$\phi(\tau_c) = \frac{q}{\phi E_0^{3/2}} = \frac{3,2}{0,95 \cdot 2,4^{3/2}} = 0,95,$$

бунда

$$q = \frac{Q_{\text{нор}}}{b} = \frac{17,0}{5,3} = 3,2 \text{ м}^3/\text{сек} \cdot \text{м},$$

$$\phi = 0,95, E_0 \approx H = 2,4 \text{ м}.$$

XXIX жадвал бўйича $\tau_c = 0,247$, $\tau_c'' = 0,707$ топамиз, Бундан $h_c'' = \tau_c'' E_0 = 0,707 \cdot 2,4 = 1,7 \text{ м} > h_6 = 1,67$

Бу ҳолатда узоклашган сакраш бўлади, оқиб чиқиш эса эркин 9.2-жадвалдан $\phi(\tau_c) = 0,95$ бўйича $a/H = 0,39$ топамиз, бунда $a = 0,39H = 0,39 \cdot 2,4 = 0,935 \text{ м}$.

б) $Q_{\text{мин}}$ сарф бўлганда очик тўсик баландлигини аниқлаш. Ҳисоб учун маълумотлар:

$Q_{\text{мин}} = 12,75 \text{ м}^3/\text{сек}$, $h_0 = h_6 = 1,40$ м, $H_0 \approx H = 2,4$ м, $b = 5,3$ м.

$$\phi(\tau_c) = \frac{q_{\text{мин}}}{\phi H_0^{3/2}} = \frac{12,15}{0,95 \cdot 5,3 \cdot 2,4^{3/2}} = 0,68.$$

$\phi(\tau_c) = 0,68$ бўйича XXIX жадвалдан $\tau_c = 0,168$, $\tau_c'' = 0,631$ ни топамиз.

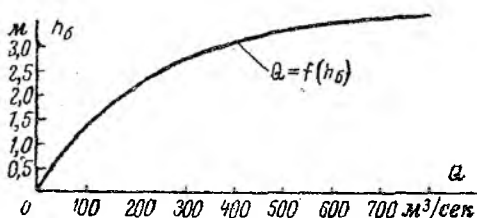
У ҳолда $h_c'' = 0,631H = 0,631 \cdot 2,4 = 1,515 \text{ м} > h_6 = 1,4$ м. Бу ҳолатда ҳам узоклашган сакраш жойи ва тўсиклар остида оқиб чиқиш эркин. 9.2-жадвалдан $\phi(\tau_c) = 0,68$ бўйича $a/H = 0,27$ топамиз ва $a = 0,27H = 0,27 \cdot 2,4 = 0,65 \text{ м}$.

Сув ўтказувчи тўғон ҳисоби

Ҳисоблаш таркибига қуйидагилар киради:

1. Сув ўтказувчи тўғон кенглиги ва $Q = Q_{\text{ош}}$ сарф ўтказиш бўлганда тўсиклардаги тиркншлар сонини аниқлаш.

2. Танлаш ва сув ўтказувчи тўғон профилини тузиш.



11.26-расм.

Ҳисоб учун маълумотлар: $Q = f(h)$ дарё учун тўғон кесими чизиги (створ) (11.26-расм); сарф $Q_{0,01} = 600 \text{ м}^3/\text{сек}$, тошқин ўтказишда тўғон олди сув горизонти белгиси $ПУВВ = НПУ + H_n = 12,4 + 2 = 14,4 \text{ м}$, бунда $H_n = 2 \text{ м}$ (11.27, 11.29-расмларга қаранг) тўғон кесими чизигининг дарё кенглиги $B_0 = 47 \text{ м}$ тўсиклардаги тиркиш устидаги напор $H \leq 4 \text{ м}$.

Тўсик баландлиги 2 м , таянч бўлими қалинлиги $t = 1 \text{ м}$.

1. Сув ўтказувчи тўғон кенглиги ва сарф $Q_{0,01} = 600 \text{ м}^3/\text{сек}$ да тўсик тиркишларини сонини аниқлаш. Аввало сув ўтказувчи тўғон профилини танлаймиз. Кригер-Офицеров координаталари бўйича вакуумсиз профилда сув ўтказувчи тўғонни танлаймиз (форма 1⁴).

Тўғоннинг ўтказувчанлик қобилятини аниқлашда сув ўтказгич кенглигини дарё кенглигига тенг деб оламиз. Сарф коэффициентини аниқлаш учун, $H = H_m = H_{np} = 2 \text{ м}$ бунда H_{np} — тўғон профили қуриладиган напор деб фарз қиламиз.

Сув ўтказгич қўмилганлигини текшираемиз. Бунинг учун тўғоннинг дастлабки ҳисобий баландлиги $P = НПУ - \nabla Д = 12,4 - 2 = 10,4 \text{ м}$.

Пастки бьефда сарф $Q_{0,01} = 600 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда сув чуқурлигини топамиз. $Q_{0,01} = 600 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда сув чуқурлиги $Q = f(h_0)$ графиги бўйича аниқланади (11.26-расм). $h_0 = 3,4 \text{ м}$.

h_0 ни P билан солиштириб, $h_0 = 3,4 \text{ м} < P = 10,4 \text{ м}$ сув ўтказувчи тўғон қўмилмаган.

$B = B_1$ бўлганда сув ўтказувчи тўғон ўтказадиган сарф микдорини аниқлаш:

$$Q = mB\sqrt{2g}H_0^{3/2} = 0,49 \cdot 47\sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 2^{3/2} = 290 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

бунда $m = 0,49$ — 1 профил учун сув ўтказгич сарф коэффициентини, $\alpha_0 U_0^2 / 2g \approx 0$ бўлганда $H_0 \approx H_n = 2 \text{ м}$.

⁴ «Гидравлика», И.И.Агроскин таҳрири остида, «Энергия» 1964. 251-бет.

$Q < Q_{0,01}$ эга бўлсак, сув ўтказгич $Q_{0,01}$ сарфни ўтказа олмайди. Шунинг учун тўсикли тўғонни лойихалаш зарур.

Шартдан келиб чиқиб, тўсик бўлимлари сонини аниқлаймиз, ҳамма тўғон тўсиклари ва $Q_{0,01}$ сарф ўтказишда тўла олинган. Бундан

$$B_d = bn + (n-1)$$

эга бўламиз, бунда $b = 5 \text{ м}$ – тўсик кенглиги; $t = 1,0 \text{ м}$ – таянч қалинлиги.

$B_0 = 47,0 \text{ м}$ бўлганда

$$n = \frac{(B_0 + t)}{(b + t)} = \frac{47 + 1}{5 + 1} = 8.$$

Битта бўлимка тўғри келадиган сарф:

$$Q_0 = \frac{Q_{0,04}}{n} = \frac{600}{8} = 75 \text{ м}^3 / \text{сек}.$$

Ҳар бир тўсик тиркишлари сарф коэффициенти $m = 0,49$ бўлган ҳолатда амалий сув ўтказгич профили бўйича ишлайди.

Бу ҳолатда профили напор катталиги $2,0 \text{ м}$ га тенг бўлмайди, аксинча қуйидагича аниқланади:

$$H_{np} = H_n + h$$

бунда h – тўсик баландлиги.

Сув ўтказгич қумилмаган деб ҳисоблаймиз. Бундай профили напор катталиги H_{np} ни қуйидаги формуладан топиш мумкин

$$Q_0 = \varepsilon m b \sqrt{2g} H_{np}^{3/2}$$

ёки

$$\varepsilon H_{np}^{3/2} = \frac{Q_0}{bm\sqrt{2g}} = \frac{75}{0,49 \cdot 5,0 \cdot \sqrt{19,62}} = 6,90 \text{ м}^{3/2}$$

бунда

$$\varepsilon = 1 - a \frac{(H_m + h)}{b + H_m + h}$$

Таянч ва таянч девор шаклини ярим айлана оламиз. Бундан $C = 0,11$ H_{np} ва h ни танлаш усули билан ечамиз. $h = 1,5 \text{ м}$ бериб, $H_{np} = 2 + 1,5 = 3,5 \text{ м}$ га эга бўламиз

$$\varepsilon = 1 - 0,11 \frac{2 + 1,5}{5 + 2 + 1,5} = 0,955$$

$$\varepsilon H_{np}^{3/2} = 0,955 \cdot 3,5^{3/2} = 6,25 \text{ м}^{3/2} \approx 6,93 \text{ м}^{3/2}.$$

Иккинчи яқинлашишда $h = 1,8 \text{ м}$ берамиз.

$$H_{np} = 2 + 1,8 = 3,8 \text{ м},$$

$$\varepsilon = 1 - 0,11 \frac{2 + 1,8}{5 + 2 + 1,8} = 0,952,$$

$$\varepsilon H_{np}^{3/2} = 0,952 \cdot 3,8^{3/2} = 7,03 \text{ м}^{3/2} \neq 6,93 \text{ м}^{3/2}.$$

Тўсик баландлигини $h = 1,75 \text{ м}$ оламиз. $H_{np} = 2 + 1,75 = 3,75 \text{ м}$ га эга бўламиз

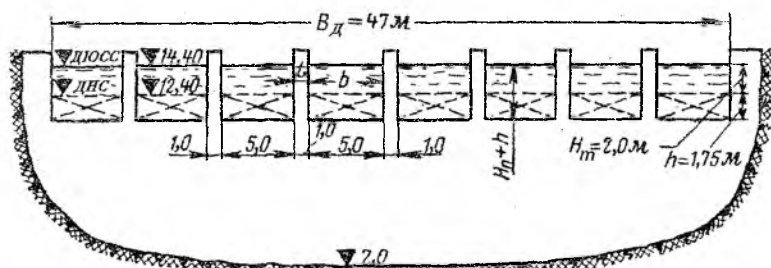
$$\varepsilon = 1 - 0,11 \frac{2 + 1,75}{5 + 2 + 1,75} \approx 0,952.$$

$$\varepsilon H_{np}^{3/2} = 0,952 \cdot 3,75 \sqrt{3,75} = 6,90 \text{ м}^{3/2}$$

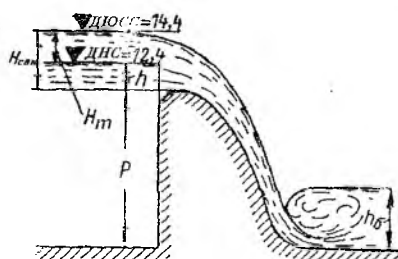
Ҳисобни сув ўтказгич кўмилмаган пайт учун тўғрилигини текшираимиз.

$$P = H_{ПУ} - h - \nabla Д = 12,4 - 1,75 - 2,0 = 8,65 \text{ м}. \quad P = 8,65 > h_0 = 3,4 \text{ м}, \quad \text{сув}$$

ўтказгич ҳақиқатдан ҳам кўмилмаган. Якуний қилиб тўсик баландлигини $h = 1,75$ оламиз, тўсиклар сони бўлимлар сони $n = 8$ га тенг.



11.27-расм.



11.28-расм.

x, м	y, м		
	Шакл	Оқим кўриниши	
		Ташки сирт	Ички сирт
0,00	0,473	-3,120	0,473
0,375	0,135	-3,010	0,135
0,75	0,0262	-2,890	0,0262
1,12	0,000	-2,770	0,0000
1,50	0,0262	-2,630	0,0262
2,25	0,225	-2,320	0,236
3,00	0,550	-1,920	0,573
3,75	0,960	-1,425	1,000
4,49	1,470	-0,82	1,540
5,25	2,120	-0,113	2,210
6,36	3,270	+1,145	3,450
7,49	4,640	+2,600	4,920
9,35	7,350	+5,62	7,880
11,25	10,600	+9,380	11,620
13,10	14,300	+13,70	16,000
14,98	18,500	+18,80	21,060
16,78	23,400	+23,50	26,800

Шундай қилиб, тўғон профили напори

$$H_{np} = 2 + 1,75 = 3,75 \text{ м}$$

га тенг. Тўғон тўсиқлари қирқими 11.27- ва 11.28-расмда келтирилган.

1. Сув ўтказувчи тўғон профилини қуришда Кригер-Офицеров координата жадвалидан фойдаланамиз. Жадвалдаги x ва y координат қисмларини профилли напор $H_{np} = 3,75 \text{ м}$ га қўпайтирамиз.

Ҳисобланган координаталар 11.18-жадвалда келтирилган.

11.29-расмда 11.18-жадвалдаги маълумотларга асосан қурилган тўғон профили келтирилган.

Жадвалдаги координаталар бўйича қурилган тўғон пастки бьеф туби билан текис туташмайди. Шунинг учун тўғон билан пастки бьеф туташшини радиус бўйича олдик

$$r = 0,5P = 0,5 \cdot 8,65 \approx 4,3 \text{ м}$$

Тўғоннинг пастки бьефдаги сув ўтказгич ҳисоби

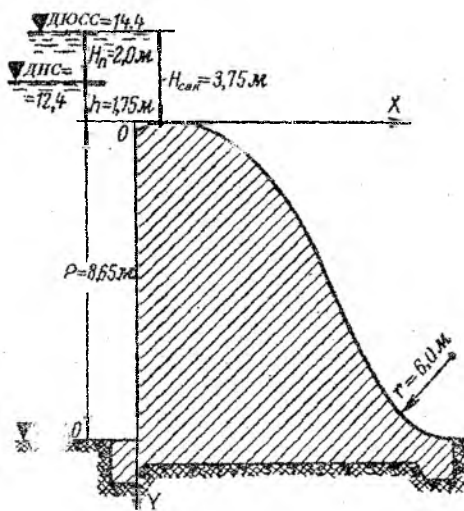
Ҳисоблаш тартиби:

1. Сарф ҳисобини аниқлаш.
2. Узоқлашган сакраш узунлигини аниқлаш.
3. Сурилган сакраш туташини аниқлаш.

Ҳисобий сув сарфи – пастки бьефда энг ноқулай шароит содир бўладиган сарфдир. Бунда энг катта узоқлашган сакраш узунлиги бўлади,

демак, сурилган сакраш билан туташиш учун сув урилма ҳовузнинг энг катта чуқурлиги зарур.

Ҳисобий сарф ҳисобини аниқлаш учун иккинчи туташиш чуқурлиги h'' ва бир неча сарф учун оддий чуқурлик h_0 ни ҳисоблаш зарур.



11.29-расм.

Ушбу сарф энг катта бўлгандаги сув сарфи, пастки бьеф учун ҳисобий саналади, чунки бундай сарфда узоклашган сакраш узунлиги энг катта бўлади. $h \leq H \leq H_n + h$ интервалга H напор берамиз ва m ни куйидаги формуладан топамиз

$$\frac{H}{H_{пр}} > 0,80 \text{ учун } m = \left(0,88 + 0,12 \sqrt{\frac{H}{H_{пр}}} \right) 0,49$$

ва

$$\frac{H}{H_{пр}} < 0,80 \text{ учун } m = \left(0,785 + 0,25 \frac{H}{H_{пр}} \right) 0,49.$$

Иккинчи туташиш чуқурлиги ҳисоби ҳар хил сарф давомийлиги 11.19-жадвалда кўрсатилган. Оддий чуқурлик h_0 ни $Q = f(h_0)$ график бўйича топамиз (11.26-расмга қаранг). $\varphi = 0,95$, $H_{пр} = 3,75 \text{ м}$, $b = 25 \text{ м}$ учун τ'' қийматини ХХІХ жадвалдан оламиз.

11.19-жадвал

$H, м$	$\frac{H}{H_{np}}$	m	ε	$Q_{np} = mb\varepsilon\sqrt{2g} \times$ $\times H^{3/2}, м^3 / сек.$	$q = \frac{Q_{np}}{b}$ $м^3 / сек \cdot м$	$E_0 = p + H,$ $м$	$\Phi(\tau_c) =$ $= \frac{q}{\varphi E_0^{3/2}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
3,75	1,00	0,490	0,952	75,0	15,00	12,40	0,362
3,55	0,948	0,488	0,954	69,1	13,82	12,20	0,342
3,55	0,895	0,487	0,956	63,8	12,77	12,00	0,324
3,15	0,840	0,485	0,958	57,6	11,53	11,80	0,300

11.19-жадвалнинг давоми

τ_c	τ_c''	$h_c'', м$	$h_c, м$	$nQ_{np},$ $м^3 / сек.$	$h_0, м$	$h_c'' - h_0, м$
9	10	11	12	13	14	15
0,0855	0,487	6,03	1,060	600	3,40	2,63
0,0805	0,478	5,83	0,982	553	3,35	2,48
0,0761	0,467	5,60	0,913	511	3,30	2,30
0,0701	0,452	5,33	0,826	461	3,20	2,13

Ҳисоблашда тўсиқлар тўлиқ очик олинади, масала шартли равишда текис масала деб қаралади.

11.19-жадвалдан кўриниб турибдики, максимал қийматлар фарқи $h_c'' - h_0$ ҳисобий сарфга мос $Q_{0,01} = 600 \text{ м}^3 / \text{сек.}$

1. Узоқлашган сакраш узунлигини аниқлаш. Олиб кетувчи тармок ўзан кесими шартли равишда худди шу кенгликда тўғри бурчакдек ва қуйилиш фронтидек қаралади. Қуйилиш кенглиги $B = nb = 8 \cdot 5 = 40 \text{ м.}$

Берилган маълумотлар: $Q_{0,01} = 600 \text{ м}^3 / \text{сек.}$, $i = 0,0006$, $h_c = 1,06 \text{ м.}$, $q = 15 \text{ м}^2 / \text{сек.}$, $h_0 = 3,4 \text{ м.}$, $B = 40 \text{ м.}$

Тўғоннинг пастки бьефидаги сакрашни аниқлаймиз, бунинг учун h_0 чуқурликдаги кесимнинг кинетиклик параметри $\Pi_{к.б}$ ни аниқлаймиз

$$\Pi_{к.б} = \frac{\alpha q^2}{gh_0^3} = \frac{1,1 \cdot 15,0^2}{9,81 \cdot 3,4^3} = 0,642$$

Агар $\Pi_{к.б} = 0,642 > 0,375$ бўлса, Бундан пастки бьефда тўлкинли сакраш содир бўлади.

Биринчи тутатиш чуқурлик h_0' ни аниқлаймиз, бунда иккинчи чуқурлик h_0 га тенг (11.30-расм).

$$h_0' = h_0 \sqrt{\Pi_{к.б}} = 3,4 \sqrt{0,642} = 2,72 \text{ м.}$$

$L_{\text{узок}}$ узоклашган сакраш узунлигини аниқлаймиз. Кутарилувчи сатх эгри чизиги сиқилган кесим орасида $h'_e = 1,06 \text{ м}$ чуқурликка эга, сакраш бошидаги $h'_0 = 2,72 \text{ м}$ чуқурликка мос келади.

Жамлаш усули билан узоклашган сакраш узунлигини аниқлаймиз. Барча $L_{\text{узок}}$ натижаларини 11.20-жадвалга киритилган. Узоклашган сакраш узунлиги $L_{\text{узок}} = 1274 \text{ м}$ тенг. Сакраш узунлигини куйидаги формула билан (7.12) аниқлаймиз.

$$l_{\text{сак}} = 10,6 h'_0 (\Pi_{\kappa 1} - 1) = 10,6 \cdot 2,72 (1,55 - 1) = 15,9 \text{ м}.$$

11.20-жадвал

№	$h, \text{м}$	$\eta = \frac{h}{B}$	$\Delta\eta = \eta_2 - \eta_1$	$f_1(\eta)^*$	$\theta(\eta)^*$	$f_1(\eta) - f_1(\eta_{\text{сп}})$	$\theta(\eta) - \theta(\eta_0)$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,06	0,0265		56000	258887	54356	253449
2	1,48	0,0370	0,0105	20244	84018	17700	78580
3	1,90	0,0475	0,0105	10924	36551	8380	31113
4	2,32	0,0580	0,0105	5302	18908	2758	13470
5	2,72	0,0680	0,0100	3206	112250	662	5812

11.20-жадвалнинг давоми

$\varphi(\eta) = \begin{bmatrix} 7 \\ 8 \end{bmatrix}$	$\sum_{n=1}^{n=1} \varphi(\eta)$	$l_{1-2, \text{м}}$	Эслатма
9	10	11	12
0,206	0,431	322	$h_{\text{сп}} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 15^2}{9,81}} = 2,94 \text{ м}, B = 40 \text{ м},$ $f_1(\eta_{\text{сп}}) = 2544, h_0 = h_6 = 340 \text{ м},$ $\eta_{\text{сп}} = \frac{h_{\text{сп}}}{B} = \frac{2,94}{40} = 0,0734,$ $\eta_0 = \frac{h_0}{B} = \frac{3,40}{40} = 0,085, \theta(\eta_0) = 5438,$ $A' = \frac{B\theta(\eta_0)}{2if_1(\eta_{\text{сп}})} = \frac{40 \cdot 5438}{2 \cdot 0,0006 \cdot 2544} = 71200$
0,225	0,495	370	
0,270	0,475	355	
0,205	0,319	227	
0,114			
		$l_{\text{умк}} = \sum l = 1274 \text{ м}$	

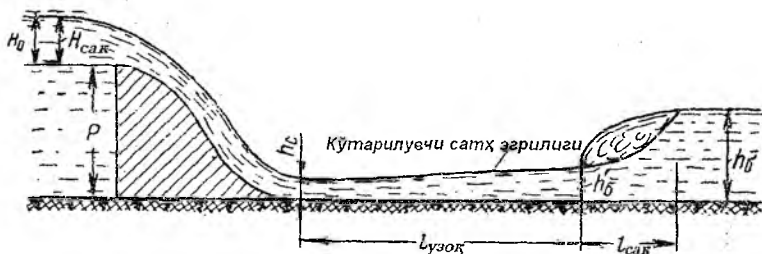
бунда $\Pi_{\kappa 1} = \alpha v_1^2 / 2g$ сакрашдан олдин кесимдаги кинетиклик параметри.

$$\Pi_{\kappa 1} = \frac{1,1 \cdot 5,52^2}{2 \cdot 9,81} = 1,55, v_1 = \frac{q}{h'_0} = \frac{15,0}{2,72} = 5,52 \text{ м/сек}.$$

Жамланган сув урилманинг умумий узунлиги
 $l = l_{\text{узок}} + l_{\text{П}} = (1274 + 15,9) = 1289,9 \text{ м га тенг.}$

$l = 1289,9 \text{ м}$ узунликда ўзан тубини мустаҳкамлаш зарур, бу эса иншоот таннаrxини оширади. Шунинг учун узоклашган сакраш узунлигини камайтириш учун махсус чора-тадбирлар куриш зарур. Бу чора-тадбирлардан бири сув урилма ховузнинг курилишидир.

2. Сурилган сакраш билан туташиш хисоби $h_c'' = 6,03 \text{ м} > h_6 = 3,4 \text{ м}$ эга бўлсак, бундан узоклашган сакрашга эга бўламиз. Сурилган сакраш билан туташиш бўлиши учун сув урилма ховузн лойихалаймиз.



11.30-расм.

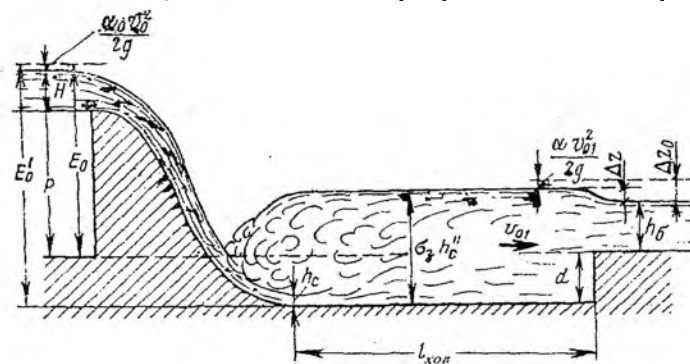
Сув урилма ховуз чуқурлиги хисобини давомий яқинлашиш усули билан бажарамиз. Биринчи яқинлашишда ховуз чуқурлигини куйидаги формула билан топилади.

$$d = \sigma h_c'' - (h_6 + \Delta z)$$

бунда d – ховуз чуқурлиги,

σ – захира коэффициенти, $1,05 \div 1,10$,

Δz – сув урилма ховузнинг чикишдаги шаршара катталиги (11.31-расм).



11.31-расм.

Аввало

$$\Delta z = \frac{q^2}{2g\varphi^2 h_0^2} - \frac{\alpha v_{01}^2}{2g} = \frac{15^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,9^2 \cdot 3,4^2} - \frac{1,1 \cdot 2,37^2}{2 \cdot 9,81} = 0,91 \text{ м.}$$

бунда $v_{01} = \frac{q}{\sigma h_c''} = \frac{15,0}{1,05 \cdot 6,03} = 2,37 \text{ м/сек}$, $\varphi = 0,90$ (айланасиз остона),
 $\sigma = 1,05$.

Бунда биринчи яқинлашишда

$$d = 1,05 \cdot 6,03 - 3,4 - 0,91 = 2,02 \text{ м.}$$

Ховуз мавжудлигида солиштирма энергия катталашади ва
 $H_0 \approx H = 3,75 \text{ м}$ бўлганда қуйидагига тенг.

$$E'_0 = P + H_0 + d = 8,65 + 3,75 + 2,02 = 14,42 \text{ м}$$

бунда

$$\Phi(\tau_c) = \frac{15}{0,95 \cdot 14,42^{3/2}} = 0,288$$

XXIX жадвалдан $\varphi = 0,95$ бўлганда $\tau_c'' = 0,4436$ эга бўламиз.

$$h_c'' = \tau_c'' E'_0 = 0,4436 \cdot 14,42 = 6,4 \text{ м,}$$

$$v_{01} = \frac{q}{\sigma h_c''} = \frac{15}{1,05 \cdot 6,4} = 2,23 \text{ м/сек,}$$

$$\Delta z = \frac{q^2}{2g\varphi^2 h_0^2} - \frac{\alpha v_{01}^2}{2g} = 1,225 - \frac{1,1 \cdot 2,23^2}{2 \cdot 9,81} = 0,95 \text{ м.}$$

Иккинчи яқинлашишда ховуз чуқурлиги

$$d = 1,05 \cdot 6,4 - (3,4 + 0,95) = 2,37 \text{ м.}$$

Кейинги яқинлашишда $d = 2,37 \text{ м}$ оламиз, у ҳолда

$$E'_0 = P + H_0 + d = 8,65 + 3,75 + 2,37 = 14,77 \text{ м,}$$

$$\Phi(\tau_c) = \frac{15}{0,95 \cdot 14,77^{3/2}} = 0,278,$$

$$\tau_c'' = 0,4366 \text{ ва } h_c'' = 0,4366 \cdot 14,77 = 6,45 \text{ м,}$$

$$\Delta z \text{ шаршара } v_{01} = \frac{15}{1,05 \cdot 6,45} = 2,21 \text{ м/сек} \text{ бўлганда қуйидагига тенг}$$

бўлади.

$$\Delta z = 1,225 - \frac{1,1 \cdot 2,21^2}{2 \cdot 9,81} = 0,951 \text{ м.}$$

Ховуз чуқурлиги

$$d = 1,05 \cdot 6,45 - (3,4 + 0,951) = 2,41 \text{ м.}$$

Олинган чуқурликнинг дастлабки қабул қилингандан фарқи 2% ни ташкил қилади, айланадан сўнг $d = 2,41 \text{ м} \approx 2,4 \text{ м}$ ни қабул қиламиз.

Ховуз узунлигини аниқлаймиз.

$$l_{хов} = 3h_c'' = 3 \cdot 6,45 = 19,5 \text{ м.}$$

Шундай қилиб, лойихаланган ховуз қуйидаги ўлчамларга эга:
 $d = 2,4 \text{ м}$ ва $l_{хов} = 19,5 \text{ м}$.

Ташлама каналдаги тезоқар ҳисоби.

Тезоқар таркибига:

1. Кириш қисми ҳисоби.
2. Тезоқар ҳисоби.
3. Чиқиш қисми ҳисоби.

Ҳисоб учун маълумот: $Q = Q_{макс} = 25,5 \text{ м}^3/\text{сек}$ юкори бьеф туби белгиси $ЮБС = 7,0 \text{ м}$ пастки бьеф туби белгиси $ПББ = 1,0 \text{ м}$. Тезоқар кесими – тўғри бурчакли: материал бетон (ғадир-будирлик коэффиценти $n = 0,017$). Тезоқар узунлиги $L = 150 \text{ м}$. Ушбу мисолда ташлама каналдаги тезоқар ҳисобининг 2 варианты қурилган.

I Вариант. Биринчи вариант бўйича тезоқарнинг лойихаси шартли қабул қилинган, чунки ташлама каналда пасайиш эгри чизиғи жойи бор, сув эса тезоқардан олдин

$$h_{че} = 1,2 \cdot h_{кр} = 1,2 \cdot 0,84 = 1,01 \text{ м}$$

II Вариант. Иккинчи вариант бўйича тезоқарнинг лойихаси ҳисобида факат ташлама канал сарфи $Q = Q_{макс}$, чуқурлиги $h_0 = 2,23 \text{ м}$ бўлганда, текис ҳаракат кузатилади. Қуйида ҳисоб вариантлари келтирилган.

I вариант.

1. Тезоқарнинг кириш қисми ҳисоби. Кириш қисмини худди кенг остонали, тўғри бурчакли кесимли ён томондан сиқилиш бўлган сув ўтказгичдек ҳисоблаймиз. Сув ўтказгични қўмилмаган деб қараймиз.

Ташлама канал билан тезоқарнинг кириш қисми туташини тескари девор кўринишда. У ҳолда

$$m = 0,3 + 0,08 \frac{bH}{\Omega_{ЮБ}}$$

бунда $\Omega_{ЮБ} = (b_{таш} + mh_{чер2})h_{чер2} = (10,5 + 1,5 \cdot 1,01) \cdot 1,01 = 12,1 \text{ м}^2$ ташлама канал ҳаракатдаги кесими сирти тубининг кенглиги $b_{таш} = 10,5 \text{ м}$, қиялик коэффиценти $m = 1,5$ чуқурлик тўлиши $h_{чер2} = 1,01 \text{ м}$ бўлганда.

Сув ўтказгич остона баландлиги $P' = 0$ бўлсин. У ҳолда ўлчагич олдидаги напор $H = h_{чер2} = 1,01 \text{ м}$, $m = 0,3 + \frac{0,08 \cdot 1,01b}{12,1} = 0,30 + 0,00666b$.

Ҳисоблаш формуласидан, қўмилмаган сув ўтказгич кенг остонали бўлганда

$$mb = \frac{Q_{\text{мокс}}}{\sqrt{2gH_0^{3/2}}} \text{ ёки } (0,30 + 0,00666b)b = \frac{Q_{\text{мокс}}}{\sqrt{2gH_0^{3/2}}}$$

ва

$$H_0 = H + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} = 1,01 + 0,25 = 1,26 \text{ м},$$

$$v_0 = \frac{Q_{\text{мокс}}}{\Omega_{\text{юб}}} = \frac{25,5}{12,1} = 2,11 \text{ м/сек}, \quad \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot 2,11^2}{19,62} = 0,15 \text{ м}.$$

У ҳолда

$$(0,30 + 0,00666b)b = \frac{25,5}{\sqrt{19,62 \cdot 1,26^{3/2}}} = 4,07$$

Бундан $b = 11 \text{ м}$ топамиз. Шу билан бирга $m = 0,373$,
 $Q = 0,373 \cdot 11 \cdot \sqrt{19,62 \cdot 1,26^{3/2}} = 25,5 \text{ м}^3/\text{сек}$

2. Сув нишаблиги ҳисоби. Тезокар нов кенглигини $b = 11 \text{ м}$ оламиз.

Нов туби нишаблигини аниқлаймиз

$$i = \frac{\nabla_{\text{ЮБС}} - \nabla_{\text{ПБС}}}{L} = \frac{7 - 1}{150} = 0,04.$$

Эркин сирт эгри чизигини сув нишаблигида аниқлаймиз. Ҳисобни И.И.Агроскин усули билан олиб борамиз. Киришдаги тезокар сув нишаблигида критик чуқурликни ўрнатамиз. Тўғри бурчакли кесим $d = 1,1$

бўлганда $q = \frac{25,5}{11} \approx 2,32 \text{ м}^2/\text{сек}$ га эга бўламиз ва

$$h_{\text{кр}} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 2,32^2}{9,81}} = 0,85 \text{ м}$$

Сув нишаблигида нормал чуқурликни топамиз

$$F(R_{\text{э.ж.к}}) = \frac{1}{4m_0} \frac{Q}{\sqrt{i}} = 0,125 \frac{25,5}{\sqrt{0,04}} = 15,9 \text{ м}^3/\text{сек},$$

$$R_{\text{э.ж.к}} = 0,609 \text{ м}, \quad \frac{b}{R_{\text{э.ж.к}}} = \frac{11}{0,609} \approx 18, \quad \frac{h_0}{R_{\text{э.ж.к}}} = 0,639,$$

$$h_0 = 0,609 \cdot 0,639 \approx 0,39 \text{ м}.$$

Албатта, сув нишаблигида пасайиш эгри чизиги бўлади, у $h_{\text{сп}} = 0,39 \text{ м}$ га интилади. Эркин сирт эгри чизиги узунлик участкаларини сув нишаблигини ва чуқурлиги орасида аниқлаймиз.

$h_{\text{иср.1}} = h_{\text{сп}}$ дан $h_{\text{иср.2}} = 0,4$ гача. Ҳисобни II шаклдаги жадвалга асосан тузилган 11.21-жадвалга киритамиз.

N_0	$h, \text{м}$	$\sigma = \frac{m_0 h}{b}$	$F(\sigma)$	$hF(\sigma)$	$z = \frac{hF(\sigma)}{h_0 F(\sigma_0)}$	$\Delta z = z_2 - z_1$	$\Phi(z)$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,85	0,155	1,894	1,61	1,65	-0,11	0,023
2	0,75	0,136	1,996	1,50	1,54	-0,13	0,0332
3	0,65	0,118	2,110	1,37	1,41	-0,14	0,048
4	0,55	0,10	2,251	1,24	1,27	-0,15	0,086
5	0,45	0,082	2,431	1,096	1,12	-0,074	0,183
6	0,40	0,0727	2,547	1,02	1,046		0,331

11.21-жадвалнинг давоми

$\Delta\Phi(z)$	$\theta(\sigma)$	$\Pi'_\kappa = \text{const}\theta(\sigma)$	$\Pi'_{\kappa, \text{сп}} = \frac{\Pi_{\kappa 1} + \Pi_{\kappa 2}}{2}$	$(1 - \Pi'_\kappa)_{\text{сп}}$	$[9] \times [13]$	$[7] - [14]$
9	10	11	12	13	14	15
0,0102	0,3045	12,33	12,02	-11,02	-0,1122	0,0022
0,0148	0,2884	11,7	11,45	-10,45	-0,155	0,025
0,038	0,2766	11,2	10,95	-9,95	-0,378	0,238
0,097	0,264	10,7	10,4	-9,4	-0,912	0,762
0,148	0,2488	10,1	9,92	-8,92	-1,322	1,248
	0,2403	9,73				

11.21-жадвалнинг давоми

$\Delta h = h_2 - h_1$ м.	$a = \frac{h_2 - h_1}{z_2 - z_1}$	$\frac{a}{i}$	$l_{1-2} = [15] \times [18] \cdot \text{м}$	Эслатма
16	17	18	19	20
-0,10	0,91	22,8	0,05	$Q = 25,5 \text{ м}^3 / \text{сек. } m = 0; m_0 = 2,0;$ $b = 11 \text{ м}; i = 0,04; n = 0,017;$ $\sigma_0 = \frac{m_0 h_0}{b} = \frac{2 \cdot 0,39}{11} = 0,071;$ $hF(\sigma_0) = 0,39 \cdot 2,569 = 0,975;$ $F(\sigma_0) = 2,569. \frac{0,112i}{n^2} b^{0,4} =$ $= \frac{0,112 \cdot 0,04}{0,017^2} \times 11^{0,4} = 40,5 = \text{const.}$
-0,10	0,77	19,2	0,48	
-0,10	0,714	17,85	4,25	
-0,10	0,666	16,7	12,70	
-0,05	0,675	16,9	21,1	
			$\sum l = 38,58 \text{ м}$	

11.21-жадвалдан тезоқар нишаблиги охирида оким харакати текис харакатга якин бўлган харакат кузатилади.

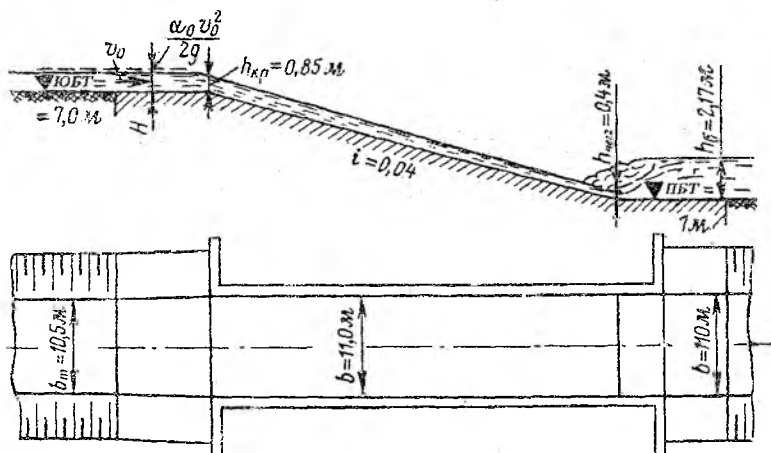
3. Чиқиш қисми ҳисоби. Оким туташини характерини билиш учун $h' = 0,4$ даги чуқурлик туташини аниқлаймиз.

(7.3) формулага қийматларини қўйиб

$$h = \frac{0,4}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \frac{25,5^2}{9,81 \cdot 11^2 \cdot 0,4^3}} - 1 \right] = 1,47 \text{ м}$$

оламиз.

Олиб кетувчи канални тубнинг кенглиги $b = 11 \text{ м}$ ва қиялиги $m = 1,5$ бўлган трапеция кўринишида лойиҳалаймиз.



11.32-расм.

Шу каналда $i = 0,00022$, $n = 0,025$ ва $Q = 25,5 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда h_0 чуқурликни аниқлаймиз.

Ҳисоблаймиз:

$$F(R_{\text{с.к.}}) = \frac{1}{4m_0} \frac{Q}{\sqrt{i}} = \frac{1}{8,424} \frac{25,5}{\sqrt{0,00022}} = 20,4 \text{ м}^3/\text{сек}$$

ва X жадвалдан $R_{\text{с.к.}} = 1,84 \text{ м}$ топамиз. $b/R_{\text{с.к.}} = 11/1,84 = 5,98$ аниқлаймиз ва XI жадвалдан $h_0/R_{\text{с.к.}} = 1,178$ топамиз, бундан

$$h_0 = h_{\delta} = \frac{h_0}{R_{\text{с.к.}}} R_{\text{с.к.}} = 1,178 \cdot 1,84 = 2,17 \text{ м.}$$

Олиб кетувчи каналдаги чуқурлик $h_0 = 2,17 \text{ м} > h'' = 1,47 \text{ м}$, у ҳолда сурилган сакраш билан туташиш жойи ва сув урилма ховуз ўрнатиш шарт эмас.

Олиб кетувчи нов кўринишда кенглиги $b = 11 \text{ м}$ ва узунлик $l = 5 \text{ м}$. 11.32-расмда тезоқарнинг принципиал схемаси биринчи вариант бўйича лойиҳаланган.

II вариант.

Тезоқарни шундай лойиҳалаймизки, ташлама каналда сарф $Q = 25,5 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлганда ва чуқурлик $h_0 = 2,23 \text{ м}$ да текис ҳаракат кузатилсин. Бу ҳолда каналдаги тезлик берилган тупроқ учун $v < v_{\text{ю}}$, демак канал туби ва ён томонлари учун махсус маҳкамлагич керак эмас.

1. Кириш қисми ҳисоби. Тезоқарнинг кириш қисми худди кенг остонали, ён сикилишли сув ўтказгичдек ишлайди. Сув ўтказгични кўмилмаган деб қараймиз. Ташлама канал тезоқарнинг кириш қисми билан туташиши тескари девор типи бўйича бўлади

$$m = 0,3 + 0,08 \frac{bH}{\Omega_{\text{юб}}},$$

бунда $\Omega_{\text{юб}} = (b_{\text{таш}} + mh_0)h_0 = (10,5 + 1,5 \cdot 2,03) \cdot 2,03 = 30,9 \text{ м}^2$ — ташлама канал ҳаракатдаги кесим сирти, тубининг кенглиги $b_{\text{таш}} = 10,5 \text{ м}$, кўйилган қиялиги $m = 1,5$ билан тулиш чуқурлиги $h_0 = 2,23 \text{ м}$ бўлганда сув ўтказгич остонаси баландлиги $P' = 0$ бўлсин. У ҳолда сув ўтказгич олдидаги напор $H = h_0 = 2,23 \text{ м}$ ва

$$m = 0,3 + \frac{0,08 \cdot 2,23b}{30,9} = 0,3 + 0,00596b$$

эга бўламиз.

Кўмилмаган кенг остонали сув ўтказгич формуласидан қуйидагига эга бўламиз

$$mb = \frac{Q_{\text{макс}}}{\sqrt{2gH_0^{3/2}}} \text{ ёки } (0,30 + 0,00596b)b = \frac{Q_{\text{макс}}}{\sqrt{2gH_0^{3/2}}},$$

$$H_0 = H + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} = 2,23 + 0,004 = 2,234 \text{ м},$$

$$v_0 = \frac{Q_{\text{макс}}}{\Omega_{\text{юб}}} = \frac{25,5}{30,9} = 0,825 \text{ м/сек}, \quad \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot 0,825^2}{19,62} \approx 0,004 \text{ м}$$

У ҳолда

$$(0,30 + 0,00596b)b = \frac{25,5}{\sqrt{19,62 \cdot 2,234^{3/2}}} = 1,725$$

дан $b = 5,2$ м топамиз.

2. Тезоқар ҳисоби. Тезоқар кенглиги $b = 5,2$ м. Сув нишаблигида пасайиш эгри чизиги ҳисобини И.И.Агроскин усули билан бажарамиз. Сув нишаблиги киришида критик чуқурликни ўрнатамиз. $\alpha = 1,1$ бўлганда тўғри бурчакли кесим учун

$$q = \frac{25,5}{5,2} = 4,9 \text{ м}^2/\text{сек}$$

ва

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 4,9^2}{9,81}} = 1,39 \text{ м}$$

Сув нишаблигида нормал чуқурликни топамиз

$$F(R_{z,z,k}) = \frac{1}{4m_0} \frac{Q}{\sqrt{i}} = 0,125 \frac{25,5}{\sqrt{0,04}} = 15,9,$$

$$R_{z,z,k} = 0,609 \text{ м}, \quad b/R_{z,z,k} = 5,2/0,609 = 8,54,$$

$$h_0 = \frac{h_0}{R_{z,z,k}} \cdot R_{z,z,k} = 1,055 \cdot 0,609 = 0,64 \text{ м}, \quad \frac{h_0}{R_{z,z,k}} = 1,055.$$

Албатта, сув нишаблигида пасайиш эгри чизиги бўлади. Бу эса $h_{кр} = 1,39$ м чуқурликдан бошланади ва $h_0 = 0,64$ м бўлимка интилади. Сув нишаблиги билан чуқурлик орасидаги эркин эгри сирт узунлигини аниқлаймиз, $h_{чср1} = h_{чср2} = 1,39$ м дан $h_{чср2} = 1,01h_0 = 0,65$ гача бўлган бўлимда. Ҳисобларни эса 11.22-жадвалга киритамиз, $h = 0,65$ м.

3. Чиқиш қисми ҳисоби. Чиқиш қисмини тўғри бурчак кесимли айланма (воронка) кўринишида лойихалаймиз.

Ҳисоб учун маълумотлар: Тезоқар кенглиги $b = b_1 = 5,2$ м олиб кетувчи канал туби кенглиги $b_2 = 11$ м олиб кетувчи канал текис ҳаракатдаги сарф $Q = 25,5 \text{ м}^3/\text{сек}$, чуқурлик $h_0 = h_6 = 2,17$ м бўлганда, пастки бьеф билан туташуш характерини аниқлаймиз. (7.13) ифодага қараб h'' ни $h' = h_1 = 0,65$ м. $Q = 25,5 \text{ м}^3/\text{сек}$, $b_1 = 5,2$ м, $b_2 = 11$ м бўлганда

$$\frac{6Q^2}{gb_2h''} + (h'')^2(b_2 + 2b_1) - h''h'(b_2 - b_1) = \frac{6Q^2}{gb_1h'} + (h')^2(b_1 + 2b_2)$$

эга бўламиз.

Бу тенгламага ҳосил бўлган қийматларни қўямиз,

$$\frac{6 \cdot 25,5^2}{9,81 \cdot 11h''} + (h'')^2(11 + 2 \cdot 5,2) - h'' \cdot 0,65(11 - 5,2) = \frac{6 \cdot 25,5^2}{9,81 \cdot 5,2 \cdot 0,65} + 0,65^2(5,2 + 2 \cdot 11)$$

ёки

$$\frac{36,2}{h''} + 21,4(h'')^2 - 3,77h'' = 129,5.$$

№	$h, м$	$\sigma = \frac{m_0 h}{b}$	$F(\sigma)$	$hF(\sigma)$	$z = \frac{hF(\sigma)}{h_0 F(\sigma_0)}$	$\Delta z = z_2 - z_1$	$\Phi(z)$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,39	0,534	1,118	1,556	1,547		0,032
2	1,24	0,476	1,178	1,460	1,453	-0,094	0,043
3	1,09	0,419	1,261	1,373	1,370	-0,083	0,056
4	0,94	0,362	1,330	1,250	1,244	-0,126	0,096
5	0,79	0,304	1,434	1,134	1,130	-0,144	0,172
6	0,65	0,250	1,558	1,014	1,010	-0,120	0,598

11.22-жадвалнинг давоми

$\Delta\Phi(z)$	$\theta(\sigma)$	$\Pi'_k =$ $= \text{const} \theta(\sigma)$	$\Pi'_{k, \text{сп}} =$ $= \frac{\Pi_{k1} + \Pi_{k2}}{2}$	$(1 - \Pi'_k)_{\text{сп}}$	$[9] \times [13]$	$[7] - [14]$	$\Delta h = h_2 - h_1,$ м.
9	10	11	12	13	14	15	16
0,011	0,3243	9,72					
	0,3262	9,78	9,75	-8,75	-0,0962	0,0022	-0,15
0,013			9,81	-8,81	-0,1146	0,0316	-0,15
0,040	0,3280	9,84					
	0,3271	9,80	9,82	-8,82	-0,356	0,230	-0,15
0,076			9,76	-8,76	-0,662	0,548	-0,15
0,426	0,3242	9,72					
	0,3185	9,56	9,64	-8,64	-3,68	3,760	-0,14

11.22-жадвалнинг давоми

$a = \frac{h_2 - h_1}{z_2 - z_1}$	$\frac{a}{i}$	$l_{1-2} = [15] \times$ $\times [18]_{\text{м}}$	Эслагма
17	18	19	20
1,60	40,0	0,09	$Q = 25,5 \text{ м}^3 / \text{сек}, m = 0, m_c = 2,0, b = 5,2 \text{ м},$
1,81	45,2	1,43	$i = 0,04, n = 0,017, \sigma_n = \frac{m_0 h_0}{b} = \frac{2 \cdot 0,64}{5,2} = 0,246,$
1,19	29,8	6,84	$h_0 F(\sigma_n) = 0,64 \cdot 1,568 = 1,004, F(\sigma_n) = 1,568,$
1,32	32,9	18,04	$\frac{0,112i}{n^2} b^{1,4} = \frac{0,112 \cdot 0,04}{0,017^2} \times 5,2 \cdot 0,4 = 30 = \text{const},$
1,166	29,2	109,6	

Бу тенгламада танлаш йўли билан, $h'' = 2,4$ м топамиз. Олиб кетувчи каналдаги чуқурлик $h_g = 2,17$ м $< h'' = 2,4$ м бўлади, у ҳолда туташииш узоклашган сакраш билан бўлади. Узоклашган сакрашни йўқотиш учун сув урилма ховузни лойихалаймиз.

Δz шаршаранинг кичиклигини ҳисобга олмасак биринчи яқинлашишда ховуз чуқурлигини аниқлаймиз.

$$d = \sigma h'' - h_g = 1,05 \cdot 2,4 - 2,17 = 0,35 \text{ м.}$$

Ховуз мавжудлигида солиштирма энергия катталашади ва қуйидагига тенг бўлади.

$$E_0 = h_1 + \frac{\alpha v_1^2}{2g} + d = 0,65 + 3,19 + 0,35 = 4,19 \text{ м,}$$

бунда $\alpha v_1^2 / 2g$ тезлик напори, тезоқар кесими чуқурлиги $h_1 = 0,65$ м

$$\text{тезлик } v_1 = \frac{Q}{b_1 h_1} = \frac{25,5}{5,2 \cdot 0,65} = 7,53 \text{ м/сек бўлганда, } \frac{\alpha v_1^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot 7,53^2}{19,62} = 3,19 \text{ м}$$

га тенг бўлади.

Ҳисоб сифатида қуйидагини қабул қиламиз

$$q = \frac{Q}{b_1} = \frac{25,5}{5,2} = 4,9 \text{ м}^3 / \text{сек} \cdot \text{м}$$

у ҳолда

$$\Phi(\tau_c) = \frac{q}{\varphi E_0^{3/2}} = \frac{4,9}{1 \cdot 4,19^{3/2}} = 0,57,$$

$$\tau_c = 0,142 \text{ ва } h'_c = \tau_c E_0 = 0,142 \cdot 4,19 = 0,595 \text{ м.}$$

Биринчи туташииш чуқурлиги сифатида гидравлик сакрашни $h' = h'_c = 0,595$ м қабул қиламиз.

(7.13) ифодага қараб иккинчи туташииш чуқурлиги h'' аниқлаймиз.

$$\frac{6 \cdot 25,5^2}{9,81 \cdot 11 h''} + (h'')^2 (11 + 2 \cdot 5,2) - h'' \cdot 0,65 (11 - 5,2) = \frac{6 \cdot 25,5^2}{9,81 \cdot 5,2 \cdot 0,595} + 0,65^2 (5,2 + 2 \cdot 11)$$

ёки

$$\frac{36,2}{h''} + 21,4 (h'')^2 - 3,77 h'' = 138,1, \quad h'' = 2,5 \text{ м.}$$

У ҳолда ховуз чуқурлиги иккинчи яқинлашишда $d = 1,05 \cdot 2,5 - 2,17 = 0,45$ м га тенг бўлади.

Кейинги яқинлашиш сифатида $d = 0,45$ м оламиз, у ҳолда

$$E_0 = h_1 + \frac{\alpha v_1^2}{2g} + d = 0,65 + 3,19 + 0,45 = 4,29 \text{ м,}$$

$$\Phi(\tau_c) = \frac{4,9}{1 \cdot 4,29^{3/2}} = 0,55,$$

$$\tau_c = 0,134, h'_c = \tau_c E'_0 = 0,134 \cdot 4,29 = 0,575 \text{ м} = h'.$$

Иккинчи чуқурлик h'' туташини куйидаги тенгламадан топамиз

$$\frac{36,2}{h''} + 21,4(h'')^2 - 3,77h'' = \frac{6 \cdot 25,5^2}{9,81 \cdot 5,2 \cdot 0,515} + (0,575)^2 \cdot (5,2 + 2 \cdot 11) = 142,2.$$

Тенгламани ечиб, $h'' = 2,53 \text{ м}$ топамиз.

Ховуз чуқурлиги $d = 1,05 \cdot 2,53 - 2,17 = 0,49 \text{ м}$. Кейинги ховуз чуқурлиги яқинлашишида $d = 0,45 \text{ м}$ оламиз.

У ҳолда

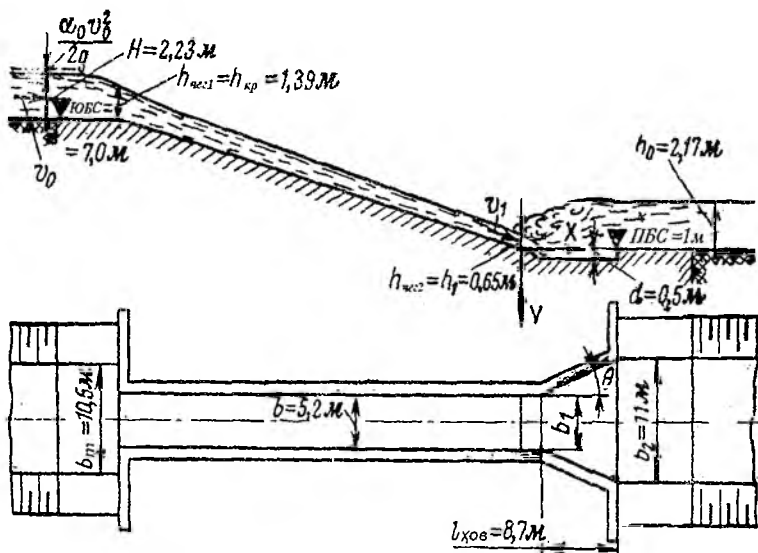
$$E'_0 = 0,65 + 3,19 + 0,49 = 4,33 \text{ м}$$

$$\Phi(\tau_c) = 0,543, \tau_c = 0,132,$$

$$h'_c = \tau_c E'_0 = 0,132 \cdot 4,33 = 0,572 \text{ м}, h'' = 2,54 \text{ м},$$

$$d = 1,05 \cdot 2,54 - 2,17 = 0,5 \text{ м}.$$

Олинган чуқурлик дастлабки қабул қилинганга нисбатан 2% фаркли бўлганлиги сабабли, яқуний қилиб $d = 0,5 \text{ м}$ танлаймиз.



11.33-расм.

Тезоқар тубидан ҳовуз тубига ўтишда куйидаги тенглама бўйича эгри чизикни чизамиз.

$$x = 0,45v_1 \cos \gamma \sqrt{y}$$

бунда x – абцисса ўқи бўйича масофа, сув нишаблиги охиридан ҳисоблаймиз;

y – ордината ўқи бўйича масофа;

γ – тезоқар нишаблик бурчаги;

v_1 – сув нишаблиги охиридаги тезлик.

Шу билан бирга оқимчанинг узоққа отилишини аниқлаймиз:

$$l_{\text{муи}} = 0,45v_1 \cos \gamma \sqrt{d + 0,5h'} = 0,45 \cdot 7,53 \sqrt{(1 - 0,04^2)} \sqrt{(0,5 + 0,5 \cdot 0,65)} = 3,1 \text{ м.}$$

бунда $\cos \gamma = \sqrt{1 - i^2}$. Шартдан келиб чикиб, айланма узунлигини аниқлаймиз, чунки, айланмадаги ҳаракат ён девордан узлуксиз бўлсин

$$\operatorname{tg} \theta \leq \frac{1}{\sqrt{\Pi_{\kappa 1}}}$$

бундан

$$\Pi_{\kappa 1} = \frac{v_1^2}{gh'} = \frac{7,53^2}{9,81 \cdot 0,65} = 8,9,$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{1}{\sqrt{8,9}} = 0,335, \quad \theta = 18^\circ 30'.$$

У ҳолда айланма узунлиги (ховуз узунлиги $l_{\text{хов}}$) куйидагича аникланади

$$l_{\text{хов}} = \frac{b_2 - b_1}{2 \operatorname{tg} \theta} = \frac{11 - 5,2}{2 \cdot 0,335} = 8,7 \text{ м.}$$

$$l_{\text{хов}} \geq l_n = 3h'' = 3 \cdot 2,54 = 7,6 \text{ м.}$$

Шундай қилиб, лойихаланган ҳовуз куйидаги ўлчамларга эга: $l_{\text{хов}} = 8,7 \text{ м}$ ва $d = 0,5 \text{ м}$ 11.33-расмда тезоқарнинг II варианты бўйича принципиал схема лойихаси келтирилган.

XII бoб. МУСТАҚИЛ БАЖАРИЛАДИГАН ТОПШИРИҚЛАР ВА КУРС ИШИНИ БАЖАРИШГА ДОИР КУРСАТМАЛАР

Талабанинг назарий ва амалий билимларини қанчалик ўзлаштирганлигини аниклаш ҳамда талабада мустақил равишда амалий муаммоларнинг гидравлик ҳисобини бажариш кўникмасини амалда қўллай билиш, махсус ва ўқув адабиётлардан фойдалана билиш кўникмаларини шакллантириш мақсадида мустақил бажариш учун топшириқлар тавсия этилади. Албатта, бу топшириқлар маълум бир маънода хусусий характерга эга эканлигини эътироф этиш керак. Чунки, фаннинг ўрганилиш даражасига эътиборни қаратган ҳолда, масалалар танлаб бажарилади.

12.1-масъ.

Идиш ўзаро аралашмайдиган уч хил суюқлик билан тўлдирилган (12.1-расм). Улардан икkitасининг ҳажмий оғирлиги γ_1 ва γ_2 га тенг, учинчисининг зичлиги ρ_3 . Суюқликлар қатламларининг баландликлари h_1 , h_2 , h_3 . Идишнинг тубидан $h=0,5h_3$ баландликда ён деворига пьезометр уланган, идишнинг қопқоғига эса – пружинали мановакуумметр. Берилган:

$$\gamma_1 = 820 \text{ кгк/м}^3$$

$$\gamma_2 = 870 \text{ кгк/м}^3$$

$$\rho_3 = 97 \text{ кгк} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$$

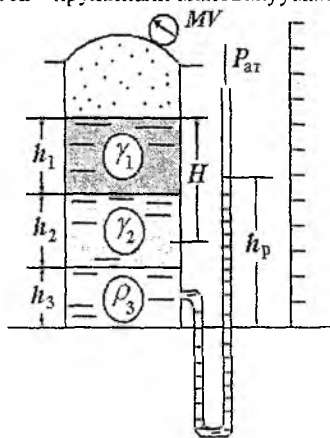
$$h_1 = 1,2 \text{ м};$$

$$h_2 = 0,9 \text{ м};$$

$$h_3 = 0,8 \text{ м};$$

$$h_p = 2,5 \text{ м};$$

$$H = 2,3 \text{ м};$$



12.1-расм.

Талаб килинади:

1. Агар пьезометрда суюқликнинг кўтарилиш баландлиги h_p га тенг бўлса, идишдаги суюқлик эркин сатҳдаги абсолют босимни (кгк/см^2 ва Н/м^2 да) ва мановакуумметрнинг кўрсатишини (*техн. атм.* ва *мм симоб.* *уст.* да) аниқланг.

2. Идишдаги суюклик эркин сатҳидан H чуқурликда жойлашган нуқтадаги абсолют, манометрик (вакуумметрик) ва оғирлик босимини аниқланг ($\frac{\text{кгк}}{\text{см}^3}$ ва м сув уст. да).

1. Берилган геометрик катталикларга мос келувчи шартли масштаб танлаб ҳисоблаш схемасини чизамиз:
2. Берилган физик катталикларни халқаро ва техник системаларнинг барча ўлчов бирликларида ифодалаймиз:

$$\gamma_1 = 820 \frac{\text{кгк}}{\text{м}^3} = \gamma_1^{\text{ТС}} = 820 \frac{\text{кгк}}{100 \cdot 100 \cdot 100 \text{см}^3} = 0,00082 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^3} = 0,82 \frac{\text{гк}}{\text{см}^3}$$

$$\gamma_1 = 820 \frac{\text{кгк}}{\text{м}^3} = \gamma_1^{\text{ХБК}} = 820 \cdot 9,81 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3} = 8200 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_1^{\text{ТС}} = \frac{\gamma_1^{\text{ТС}}}{g} = \frac{820 \text{ кгк} \cdot \text{с}^2}{9,81 \text{ м}^3 \cdot \text{м}} = 82,0 \frac{\text{кгк} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 0,82 \frac{\text{гк}}{\text{см}^3}$$

$$\rho_1^{\text{ХБК}} = 82,0 \cdot 9,81 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 820 \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 820 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\gamma_2 = 870 \frac{\text{кгк}}{\text{м}^3} = \gamma_2^{\text{ТС}} = 870 \frac{10^3 \text{ гк}}{10^6 \text{ см}^3} = 0,87 \frac{\text{гк}}{\text{см}^3}$$

$$\gamma_2 = 870 \frac{\text{кгк}}{\text{м}^3} = \gamma_2^{\text{ХБК}} = 870 \cdot 9,81 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3} = 8700 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_2^{\text{ТС}} = \frac{\gamma_2^{\text{ТС}}}{g} = \frac{870 \text{ кгк} \cdot \text{с}^2}{9,81 \text{ м}^3 \cdot \text{м}} = 87,0 \frac{\text{кгк} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 0,87 \frac{\text{гк}}{\text{см}^3}$$

$$\rho_2^{\text{ХБК}} = 87,0 \cdot 9,81 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 870 \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 870 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\gamma_3^{\text{ТС}} = \rho_3^{\text{ТС}} \cdot g = 97 \frac{\text{кгк} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} \cdot 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 9700 \frac{\text{кгк}}{\text{м}^3} = \gamma_3^{\text{ХБК}} = 9700 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_3^{\text{ХБК}} = \rho_3^{\text{ТС}} \cdot 9,81 = 97 \cdot 9,81 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 970 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 970 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$$

3. Суюкликларнинг идишдаги эркин сатҳига таъсир этаётган тўлик абсолют босимнинг миқдорини аниқлаш учун 0-0 бир хил босимлар

текислигида жойлашган C ва D нукталарга нисбатан гидростатиканинг асосий тенгламасини ёзиб оламиз:

$$p_C = p_0^A + \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \rho_3 g h_3 \quad (1)$$

$$p_D = p_a + \rho_3 g h_p \quad (2)$$

(1) ва (2) формулаларни бир бирига тенглаб,

$$p_0^A + \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \rho_3 g h_3 = p_a + \rho_3 g h_p \quad (3)$$

бундан

$$\begin{aligned} p_0^A = p_a + \rho_3 g h_p - \gamma_1 h_1 - \gamma_2 h_2 - \rho_3 g h_3 = & 98100 \frac{H}{M^2} + 951,6 \frac{H \cdot c^2}{M^4} \cdot 9,81 \frac{M}{c^2} \cdot 2,5M - \\ & - 8044 \frac{H}{M^3} \cdot 1,2M - 8535 \frac{H}{M^3} \cdot 0,9M - 951,6 \frac{H \cdot c^2}{M^4} \cdot 9,81 \frac{M}{c^2} \cdot 0,8M = 98100 \frac{H}{M^2} + 23338 \frac{H}{M^2} - \\ & - 9653,0 \frac{H}{M^2} - 7681,5 \frac{H}{M^2} - 7468,2 \frac{H}{M^2} = 96635,3 \frac{H}{M^2} = 0,98 \frac{KZK}{CM^2} \end{aligned}$$

3. Аниқланган p_0^A тўлиқ абсолют босим миқдорини $p_a = 98100 \frac{H}{M^2}$ атмосфера босими миқдори билан таққослаб, босим турини, асбобнинг номини ва кўрсатишини аниқлаймиз.

$$p_0^A > p_a \text{ ёки } p_0^A < p_a \quad (4)$$

$$p_0^A = 0,98 \frac{KZK}{CM^2} < p_a = 1,0 \frac{KZK}{CM^2}$$

Демак, босим вакуумметрлик бўлиб, асбоб вакуумметр, унинг кўрсатиши

$$\begin{aligned} p_{\text{вак}} = p_a - p_0^A = 1,0 \frac{KZK}{CM^2} - 0,98 \frac{KZK}{CM^2} = 0,02 \frac{KZK}{CM^2} = 0,02 \text{ атм} = \\ = 0,02 \cdot 735 \text{ мм.с.и.м.уст.} = 14,7 \text{ мм.с.и.м.уст.} \end{aligned}$$

4. $H = 2,3M$ — идишдаги суюкликнинг ихтиёрий нуктасидаги гидростатик босим миқдорини аниқлаймиз.

$$\begin{aligned} H = p_0^A + \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \rho_3 g (H - (h_1 + h_2)) = 96635,3 \frac{H}{M^2} + 8044 \frac{H}{M^3} \cdot 1,2M + 8535 \frac{H}{M^3} \cdot 0,9M + \\ + 951,6 \frac{H \cdot c^2}{M^4} \cdot 9,81 \frac{M}{c^2} \cdot (2,3 - (1,2 + 0,9)) = 115835,7 \frac{H}{M^2} = 1,16 \frac{KZK}{CM^2} = 11,6 \text{ м.с.и.м.уст.} \end{aligned}$$

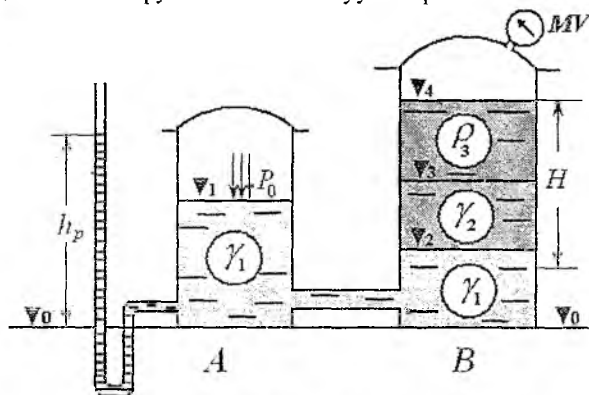
12.2-машқ.

A ва *B* туташ идишлар (1-расм) аралашмайдиган уч хил суюқлик билан тўлдирилган. Улардан иккитасининг ҳажмий оғирлиги – γ_1 ва γ_2 , учинчисининг зичлиги – ρ_3 . *A* идишнинг ён деворига очик пьезометр уланган, *B* идиш копкағига эса – пружинали мановакуумметр.

$$\gamma_1 = 1000 \text{ кгк/м}^3$$

$$\gamma_2 = 9000 \text{ Н/м}^3$$

$$\rho_3 = 0,8 \text{ г/см}^3$$



12.2-расм.

Талаб қилинади:

1. Агар идишлардаги сатҳларининг белгилари: $V_1 = 2,8 \text{ м}$, $V_2 = 1,8 \text{ м}$, $V_3 = 3,0 \text{ м}$ и $V_4 = 4,0 \text{ м}$ ҳамда *A* идишдаги суюқликнинг эркин сатҳидаги абсолют босим $P_0 = 1,1 \text{ ат.}$ га тенг бўлса, *B* идишдаги суюқликнинг эркин сатҳидаги абсолют босимни (кгк/см^2 ва Н/м^2 да), мановакуумметр кўрсатишини (*техн. атм.* ва *мм симоб. уст.* да) ва пьезометрда суюқликнинг кўтарилиш баландлиги h_p ни аниқланг.

2. *B* идишдаги суюқлик эркин сатҳидан $H = 3,0 \text{ м}$ чуқурликда жойлашган нуктадаги абсолют, манометрик (вакуумметрик) ва оғирлик босимини аниқланг (*Па* ва *м сув уст.* да).

1. Берилган геометрик катталикларга мос келувчи шартли масштаб танлаб ҳисоблаш схемасини чизамиз:
2. Берилган физик катталикларни халқаро ва техник бирликлар системаларнинг барча ўлчов бирликларида ифодалаймиз:

$$\gamma_1 = 1000 \frac{\kappa \kappa \kappa}{\text{м}^3} = \gamma_1^{TC} = 1000 \frac{\kappa \kappa \kappa}{100 \cdot 100 \cdot 100 \text{ см}^3} = 0,001 \frac{\kappa \kappa \kappa}{\text{см}^3} = 1,0 \frac{\text{гк}}{\text{см}^3}$$

$$\gamma_1 = 1000 \frac{\kappa \kappa \kappa}{\text{м}^3} = \gamma_1^{XBC} = 1000 \cdot 9,81 \frac{H}{\text{м}^3} = 10000 \frac{H}{\text{м}^3}$$

$$\rho_1^{TC} = \frac{\gamma_1^{TC}}{g} = \frac{1000 \kappa \kappa \kappa \text{ с}^2}{9,81 \text{ м}^3 \cdot \text{м}} = 100,0 \frac{\kappa \kappa \kappa \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 1,0 \frac{\text{гк}}{\text{см}^3}$$

$$\rho_1^{XBC} = 100,0 \frac{\kappa \kappa \kappa \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} \cdot 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 1000 \frac{\kappa \kappa \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 1000 \frac{\kappa \kappa}{\text{м}^3}$$

$$\gamma_2 = 900 \frac{\kappa \kappa \kappa}{\text{м}^3} = \gamma_2^{TC} = 900 \frac{10^3 \text{ гк}}{10^6 \text{ см}^3} = 0,9 \frac{\text{гк}}{\text{см}^3}$$

$$\gamma_2 = 900 \frac{\kappa \kappa \kappa}{\text{м}^3} = \gamma_2^{XBC} = 900 \cdot 9,81 \frac{H}{\text{м}^3} = 9000 \frac{H}{\text{м}^3}$$

$$\rho_2^{TC} = \frac{\gamma_2^{TC}}{g} = \frac{900 \kappa \kappa \kappa \text{ с}^2}{9,81 \text{ м}^3 \cdot \text{м}} = 90,0 \frac{\kappa \kappa \kappa \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 0,9 \frac{\text{гк}}{\text{см}^3}$$

$$\rho_2^{XBC} = 90,0 \cdot 9,81 \frac{H \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 900 \frac{\kappa \kappa \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 900 \frac{\kappa \kappa}{\text{м}^3}$$

$$\gamma_3^{TC} = \rho_3^{TC} \cdot g = 97 \frac{\kappa \kappa \kappa \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} \cdot 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 9700 \frac{\kappa \kappa \kappa}{\text{м}^3} = \gamma_3^{XBC} = 9700 \frac{H}{\text{м}^3}$$

$$\rho_3^{XBC} = \rho_3^{TC} \cdot 9,81 = 97 \cdot 9,81 \frac{H \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4} = 970 \frac{\kappa \kappa}{\text{м}^3} = 970 \frac{H \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$$

3. В идишдаги суюклик эркин сатхига таъсир этаётган тўлик абсолют босимнинг микдорини аниклаш учун гидростатиканинг асосий тенгламасини идишлар тубидаги A ва B нукталар учун ёзиб оламиз:

$$p_A = p_0^A + \gamma_1 \nabla_1 \quad (1)$$

$$p_B = p_0^B + \rho_3 g (\nabla_4 - \nabla_3) + \gamma_2 (\nabla_3 - \nabla_2) + \gamma_1 \nabla_2 \quad (2)$$

(1) = (2) - бир хил босимлар текислигида A ва B нукталар жойлашганлиги сабабли

$$p_0^A + \gamma_1 \nabla_1 = p_0^B + \rho_3 g (\nabla_4 - \nabla_3) + \gamma_2 (\nabla_3 - \nabla_2) + \gamma_1 \nabla_2 \quad (3)$$

бундан

$$p_0^B = p_0^A + \gamma_1 \nabla_1 - \rho_3 g (\nabla_4 - \nabla_3) - \gamma_2 (\nabla_3 - \nabla_2) - \gamma_1 \nabla_2 = 110000 \frac{H}{M^2} + 10000 \frac{H}{M^3} \cdot 2,8M - 800 \frac{KZ}{M^3} \cdot 10 \frac{M}{C^2} (4-3)_M - 9000 \frac{H}{M^3} (3-1,8)_M - 10000 \frac{H}{M^3} \cdot 1,8M = 101200 \frac{H}{M^2} = 1,012 \frac{KZK}{CM^2}$$

4. Аниқланган p_0^B тўлиқ абсолют босим микдорини $p_a = 100000 \frac{H}{M^2}$ атмосфера босими микдори билан таққослаб, босим турини ва кўрсатишини аниқлаймиз.

$$p_0^B > p_a \text{ ёки } p_0^B < p_a \quad (5)$$

$$p_0^B = 1,012 \frac{KZK}{CM^2} > p_a = 1,0 \frac{KZK}{CM^2}$$

Демак, босим монометрик бўлиб, асбоб монометр, унинг кўрсатиши

$$p_{\text{мон}} = p_0^B - p_a = 1,012 \frac{KZK}{CM^2} - 1,0 \frac{KZK}{CM^2} = 0,012 \frac{KZK}{CM^2} = 0,012 \text{ атм} = 0,012 \cdot 735 \text{ мм.с.и.м.уст.} = 8,82 \text{ мм.с.и.м.уст.}$$

5. Энди h_p – пьезометрик баландликни аниқлаш учун В ва С нукталар учун гидростатиканинг асосий тенгламасини ёзамиз:

$$p_B = p_0^A + \gamma_1 \Delta_1$$

$$p_C = p_a + \gamma_1 h_p$$

В ва С нукталар бир хил босимлар текислигида ётганлиги сабабли,

$$p_B = p_C$$

Демак,

$$p_0^A + \gamma_1 \nabla_1 = p_a + \gamma_1 h_p \text{ бундан}$$

$$h_p = \frac{p_0^A + \gamma_1 \nabla_1 - p_a}{\gamma_1} = \frac{110000 + 10000 \cdot 2,8 - 100000}{10000} = 3,8M.$$

6. $H = 3,0M$ – идишдаги суюкликнинг ихтиёрий нуктасидаги гидростатик босим микдорини аниқлаймиз.

$$p_H = p_0^B + \rho_3 g (\nabla_4 - \nabla_3) - \gamma_2 (\nabla_3 - \nabla_2) - \gamma_1 (H - (\nabla_4 - \nabla_2)) = 101200 \frac{H}{\text{м}^2} +$$

$$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (4 - 3)_{\text{м}} + 9000 \frac{H}{\text{м}^3} (3 - 1,8)_{\text{м}} + 10000 \frac{H}{\text{м}^3} \cdot (3 - (4 - 1,8))_{\text{м}} =$$

$$= 101200 \frac{H}{\text{м}^2} + 10800 \frac{H}{\text{м}^2} + 8000 \frac{H}{\text{м}^2} = 120000 \frac{H}{\text{м}^2} = 1,2 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2}$$

7. Аникланган p_H абсолют босим микдорини $p_a = 100000 \frac{H}{\text{м}^2}$ атмосфера босими микдори билан таққослаб, босим турини ва кўрсатишини аниклаймиз.

$$p_0^B > p_a \text{ ёки } p_0^B < p_a \quad (5)$$

$$p_H = 1,2 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2} > p_a = 1,0 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2}$$

Демак, босим монометрик бўлиб, асбоб монометр, унинг кўрсатиши

$$p_H^M = p_H - p_a = 1,2 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2} - 1,0 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2} = 0,2 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2} = 0,2 \text{ атм} =$$

$$= 0,2 \cdot 735 \text{ мм сим. уст.} = 147 \text{ мм сим. уст.}$$

8. В идишдаги суюклик эркин сатҳидан $H = 3,0 \text{ м}$ чуқурликда жойлашган нуктадаги оғирлик босимини куйидагича аникланади:

$$p_H^{\text{огир}} = p_H - p_0^B = 120000 \frac{H}{\text{м}^2} - 101200 \frac{H}{\text{м}^2} = 18800 \frac{H}{\text{м}^2} = 0,188 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2}$$

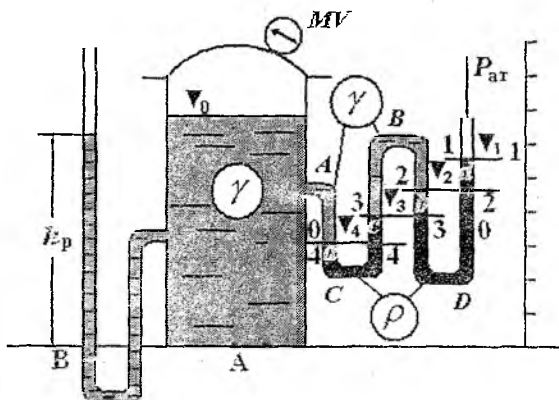
12.3-машқ

Идиш ва унга уланган 2 хил суюкликли батареяли манометр трубкаларининг (1-чизма) А ва В қисмлари ҳажмий оғирлиги $\gamma = 1000 \text{ Н/м}^3$ бўлган суюклик билан тулдирилган. Манометрнинг С ва Д қисмларидаги суюкликнинг зичлиги $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$ га тенг. Манометрнинг бўш учи очик, яъни атмосфера билан туташган. Идишнинг ён деворига очик пьезометр уланган, копқоғига эса — пружинали мановакуумметр.

Талаб қилинади:

1. Агар идишдаги суюклик эркин сатҳининг белгиси $\nabla_0 = 2,8 \text{ м}$ бўлса, шу идишдаги суюкликнинг эркин сатҳидаги абсолют босим (кгк/см^2 ва Н/м^2 да), манометрнинг кўрсатиши (*техн. атм.* ёки *мм симоб. уст.* да) ва пьезометрдаги суюкликнинг кўтарилиш баландлиги h_p ни аникланг. Бунда батареяли манометрдаги суюклик сатҳларининг белгилари: $\nabla_1 = 2,4 \text{ м}$, $\nabla_2 = 2,0 \text{ м}$, $\nabla_3 = 1,5 \text{ м}$ и $\nabla_4 = 1,0 \text{ м}$.

2. Идишдаги суюклик эркин сатҳидан $H = 1,4$ м чуқурликда жойлашган нуктадаги абсолют, манометрик (вакуумметр) ва оғирлик босимини аниқланг (Па ва м с.у.ст. да).



12.3-расм.

Ҳисоблаш тартиби:

1. Берилган геометрик катталикларга мос келувчи шартли масштаб танлаб ҳисоблаш схемасини чизамиз:
2. Дифференциал манометрдан фойдаланиб, идишдаги суюклик эркин сатҳига таъсир этаётган тўлиқ абсолют босимнинг миқдорини аниқлаймиз:
1. 1-1 текисликка нисбатан d нуктадаги абсолют босимни қуйидагича ҳисоблаймиз:

$$p_d = p_{atm} = 100000 \frac{H}{m^2}$$

2. 2-2 текисликка нисбатан b нуктадаги абсолют босимни қуйидагича ҳисоблаймиз:

$$p_b = p_d + \rho g(\nabla_1 - \nabla_2) = 100000 \frac{H}{m^2} + 2500 \cdot 10(2,4 - 2,0) = 110000 \frac{H}{m^2}$$

3. 3-3 текисликка нисбатан c нуктадаги абсолют босимни қуйидагича ҳисоблаймиз:

$$p_c = p_b + \gamma(\nabla_2 - \nabla_3) = 110000 \frac{H}{m^2} + 1000(2,0 - 1,5) = 115000 \frac{H}{m^2}$$

4. Дифференциал манометр томондан 4-4 текисликка нисбатан a нуктадаги абсолют босимни қуйидагича ҳисоблаймиз:

$$p_a = p_c + \rho g(\nabla_3 - \nabla_4) = 115000 \frac{H}{m^2} + 2500 \cdot 10(1,5 - 1,0) = 127500 \frac{H}{m^2}$$

A идишга нисбатан ҳисобласак,

$$p_a = p_0^A + \gamma(\nabla_0 - \nabla_4)$$

5. Демак, охирги тенгламадан A идишдаги суюклик эркин сатҳига таъсир қилаётган абсолют босимни қуйидагича ҳисоблаймиз:

$$p_0^A = p_a - \gamma(\nabla_0 - \nabla_4) = 127500 - 1000(2,8 - 1,0) = 125700 \frac{H}{M^2} = 1,257 \frac{KZK}{CM^2}.$$

3. Аниқланган p_0^A тўлиқ абсолют босим миқдорини $p_a = 100000 \frac{H}{M^2}$ атмосфера босими миқдори билан таққослаб, босим турини, асбобнинг номини ва кўрсатишини аниқлаймиз.

$$p_0^A > p_a \text{ ёки } p_0^A < p_a$$

$$p_0^A = 1,257 \frac{KZK}{CM^2} > p_a = 1,0 \frac{KZK}{CM^2}$$

Демак, босим манометрик бўлиб, асбоб манометр, унинг кўрсатиши

$$\begin{aligned} p_0^M &= p_a - p_0^A = 1,257 \frac{KZK}{CM^2} - 1,0 \frac{KZK}{CM^2} = 0,257 \frac{KZK}{CM^2} = 0,257 \text{ атм} = \\ &= 0,257 \cdot 735 \text{ мм сим.уст.} = 188,895 \text{ мм сим.уст.} \end{aligned}$$

9. Энди пьезометрик найчадаги h_p – пьезометрик баландликни аниқлаш учун A ва B нукталар учун гидростатиканинг асосий тенгламасини ёзамиз:

$$p_A = p_0^A + \gamma \nabla_0$$

$$p_B = p_a + \gamma h_p$$

B ва C нукталар бир хил босимлар текислигида ётганлиги сабабли,

$$p_B = p_C$$

Демак,

$$p_0^A + \gamma \nabla_0 = p_a + \gamma h_p \text{ бундан}$$

$$h_p = \frac{p_0^A + \gamma \nabla_0 - p_a}{\gamma} = \frac{125700 + 1000 \cdot 2,8 - 100000}{1000} = 2,85 \text{ м.}$$

10. $H = 1,4 \text{ м}$ – идишдаги суюкликнинг ихтиёрий нуктасидаги гидростатик босим миқдорини аниқлаймиз.

$$p_H = p_0^A + \gamma H = 125700 + 1000 \cdot 1,4 = 127100 \frac{H}{M^2} = 127100 \text{ Па} = 1,271 \text{ м сув уст.}$$

11. Аниқланган p_H абсолют босим миқдорини $p_a = 100000 \frac{H}{\text{м}^2}$ атмосфера босими миқдори билан таққослаб, босим турини ва кўрсатишини аниқлаймиз.

$$p_0^B > p_a \text{ ёки } p_0^B < p_a \quad (5)$$

$$p_H = 1,271 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2} > p_a = 1,0 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2}$$

Демак, босим монометрик бўлиб, асбоб монометр, унинг кўрсатиши

$$p_H^M = p_H - p_a = 1,271 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2} - 1,0 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2} = 0,271 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2} = 0,271 \text{ атм} =$$

$$= 0,271 \cdot 735 \text{ мм сим. уст.} = 199,185 \text{ мм сим. уст.}$$

12. В идишдаги суюқлик эркин сатҳидан $H = 3,0 \text{ м}$ чуқурликда жойлашган нуктадаги оғирлик босимини қуйидагича аниқланади:

$$p_H^{\text{асир}} = p_H - p_0^A = 127100 \frac{H}{\text{м}^2} - 125700 \frac{H}{\text{м}^2} = 1400 \frac{H}{\text{м}^2} = 0,014 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2}.$$

12.4-машқ.

12.4-расмда айланиш ўқи 0 бўлган секторли затвор ўрнатилган бетон тўғоннинг қўндаланг кесими кўрсатилган. Затворнинг 0a ва ad сув ўтказмайдиган қопламалари R_1 ва R_2 радиусли айланалар эгрилиги бўйлаб чизилган. 0a сув ўтказмайдиган қоплама -- текис. Затвор ичида сув йўқ. «К» камерадаги босим юқори бўёфдаги сув сатҳига боғлиқ.

Берилган:

$$H = 1,8 \text{ м};$$

$$h_1 = 3,0 \text{ м};$$

$$h_2 = 4,5 \text{ м};$$

$$\theta = 30^\circ;$$

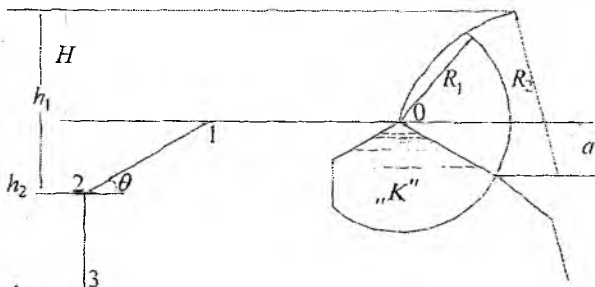
$$S = 3,0 \text{ м};$$

$$a = 0,8 \text{ м};$$

$$R_1 = H = 1,8 \text{ м};$$

$$R_2 = 1,5$$

$$H = 2,7 \text{ м};$$



12.4-расм.

Талаб қилинади:

1 пог. м тўғон узунлиги учун тўғоннинг 0-1-2-3 юзасига таъсир қилаётган сувнинг оғирлик босими кучининг катталиги, йўналиши ва қўйилиш нуктасини аниқланг (аналитик ва графоаналитик усулда).

ad затвор қопламаси 1 пог. м узунлигига таъсир қилаётган сувнинг оғирлик босими кучининг катталигини, йўналишини ва қўйилиш нуктасини аниқланг.

Тўғоннинг 0-1-2-3 қисмига таъсир этаётган суюқлик (сув)нинг гидростатик босим кучини аналитик усулда аниқлаймиз.

Аналитик усул.

1. Берилган геометрик катталикларга мос келувчи шартли масштаб танлаб оламиз ва ҳисоблаш схемасини чизамиз.

2. а) P_{0-1} оғирлик босим кучини аниқлаймиз

$$P_{0-1} = \gamma h_{c_{0-1}} \omega_{0-1} = 1 \cdot 1,8 \cdot 3,0 = 5,4 \text{ тк}$$

Бу ерда: γ - сувнинг солиштирма оғирлиги, $\gamma = 1 \frac{\text{тк}}{\text{м}^3}$

$h_{c_{0-1}}$ - қаралаётган юза оғирлик марказидан суюқлик сатҳигача бўлган масофа, $h_{c_{0-1}} = H = 1,8 \text{ м}$

ω_{0-1} - қаралаётган сирт юзаси, $\omega_{0-1} = l_{0-1} b = 3,0 \text{ м}$

l_{0-1} - 0-1 сирт узунлиги, $l_{0-1} = S = 3,0 \text{ м}$

b - сирт кенлиги, масала шартига кўра, $b = 1 \text{ м}$

б) P_{0-1} кучнинг қўйилиш нуктасини аниқлаймиз, кучнинг қўйилиш нуктаси юзанинг босим марказида бўлади:

$$z_{D_{0-1}} = z_{c_{0-1}} + \frac{J_0}{z_{c_{0-1}} \omega_{0-1}}$$

0-1 сирт горизонтал ҳолатда бўлганлиги учун юзанинг босим маркази унинг оғирлик марказида бўлади, яъни

$$z_{D_{0-1}} = z_{c_{0-1}} = 1,5 \text{ м}$$

бу ерда: $z_{D_{0-1}}$ - юзанинг босим маркази ординатаси

$z_{c_{0-1}}$ - оғирлик маркази ординатаси, $z_{c_{0-1}} = \frac{S}{2} = \frac{3,0}{2} = 1,5 \text{ м}$

в) P_{0-1} куч сиртга тик йўналиб, унинг оғирлик марказидан ўтади.

2. P_{1-2} кучнинг катталигини, қўйилиш нуктасини ва йўналишини аниқлаймиз:

а) $P_{1-2} = \gamma h_{c_{1-2}} \omega_{1-2} = 2,4 \cdot 2,4 = 5,76 \text{ тк}$

$$h_{c_{1-2}} = \left(H + \frac{h_1 - H}{2} \right) = \left(1,8 + \frac{3,0 - 1,8}{2} \right) = 2,4 \text{ м}$$

$$\omega_{1-2} = l_{1-2} b = \left(\frac{h_1 - H}{\sin \theta} \right) b = \left(\frac{3,0 - 1,8}{\sin 30^\circ} \right) \cdot 1 = 2,4 \text{ м}^2$$

б) кучнинг қўйилиш нуктасини аниқлаймиз.

$$z_{D_{1-2}} = z_{c_{1-2}} + \frac{J_0}{z_{c_{1-2}} \omega_{1-2}} = 4,8 + \frac{1,152}{4,8 \cdot 2,4} = 4,8 + 0,1 = 4,9 \text{ м}$$

$$z_{C_{1-2}} - \text{огирлик маркази ординатаси, } z_{C_{1-2}} = \frac{h_{C_{1-2}}}{\sin \theta} = \frac{2,4}{\sin 30^\circ} = 4,8 \text{ м}$$

$$J_0 - \text{инерция моменти } J_0 = \frac{l_{1-2}^3 \cdot b}{12} = \frac{2,4^3 \cdot 1}{12} = 1,152 \text{ м}^4$$

в) P_{1-2} куч сиртта тик йўналиб, унинг таъсир чизиги $z_{D_{1-2}} = 4,9 \text{ м}$ нуктадан ўтади.

3. 2-3 сиртта таъсир этаётган огирлик босим кучи P_{2-3} нинг катталигини, қўйилиш нуктасини ва йўналишини аниқлаймиз:

$$\text{а) } P_{2-3} = \gamma_{C_{2-3}} \omega_{2-3} = 1 \cdot 3,75 \cdot 1,5 = 5,625 \text{ тк}$$

$$h_{C_{2-3}} = \left(h_1 + \frac{h_2 - h_1}{2} \right) = \left(3,0 + \frac{4,5 - 3,0}{2} \right) = 3,75 \text{ м}$$

$$\omega_{2-3} = l_{2-3} b = (h_2 - h_1) b = (4,5 - 3,0) \cdot 1 = 1,5 \text{ м}^2$$

б) кучнинг қўйилиш нуктасини аниқлаймиз

$$z_{D_{2-3}} = z_{C_{2-3}} + \frac{J_0}{z_{C_{2-3}} \omega_{2-3}} = 3,75 + \frac{0,28125}{3,75 \cdot 1,5} = 3,75 + 0,05 = 3,8 \text{ м}$$

$$z_{C_{2-3}} - \text{огирлик маркази ординатаси, } z_{C_{2-3}} = h_{C_{2-3}} = 3,75 \text{ м}$$

$$J_0 - \text{инерция моменти } J_0 = \frac{l_{2-3}^3 \cdot b}{12} = \frac{1,5^3 \cdot 1}{12} = 0,28125 \text{ м}^4$$

в) P_{2-3} куч 2-3 сиртта тик йўналиб, унинг таъсир чизиги $z_{D_{2-3}} = 3,8 \text{ м}$ нуктадан ўтади.

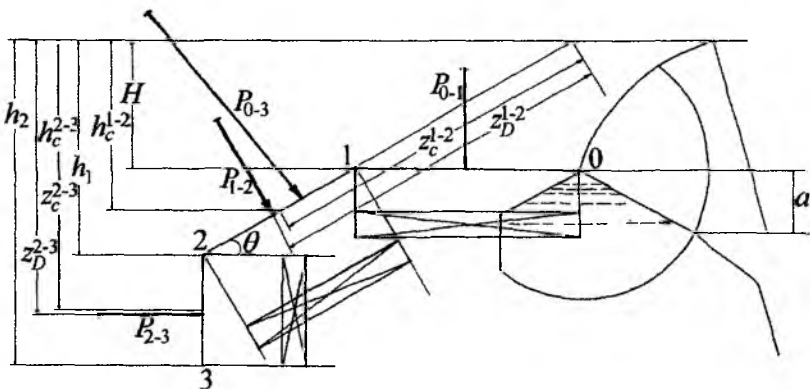
4. Кучларнинг тенг таъсир этувчисини аниқлаймиз.

$$P_{02} = \sqrt{P_{0-1}^2 + P_{1-2}^2} = \sqrt{5,4^2 + 5,76^2} = 7,9 \text{ тк}$$

$$P_{03} = \sqrt{P_{02}^2 + P_{2-3}^2} = \sqrt{7,9^2 + 5,625^2} = 9,7 \text{ тк}$$

5. Аниқланган катталикларни расмда ифодалаймиз.

Тўғонни масштабда чизамиз ва огирлик кучи учун масштаб танлаймиз



12.5-расм.

Графоаналитик усул.

Энди, шу кучларнинг катталигини, қўйилиш нуқталарини, таъсир чизиғи йўналишларини графоаналитик усулда аниқлаймиз.

1. Геометрик ва гидростатик ўлчамлар учун шартли масштаблар танлаб олиб расмни қайта чизамиз.
2. Нуқталардаги гидростатик босимларни аниқлаймиз

$$p_0 = \gamma H = 1 \cdot 1,8 = 1,8 \frac{\text{тк}}{\text{м}^2}$$

$$p_1 = \gamma H = 1 \cdot 1,8 = 1,8 \frac{\text{тк}}{\text{м}^2}$$

$$p_2 = \gamma h_1 = 1 \cdot 3,0 = 3,0 \frac{\text{тк}}{\text{м}^2}$$

$$p_3 = \gamma h_2 = 1 \cdot 4,5 = 4,5 \frac{\text{тк}}{\text{м}^2}$$

3. Қийматлар асосида босим эпюраларини чизамиз.

4. Кучлар катталиғи шу эпюралар юзаси катталигини сирт кенглигига қўпайтмасига тенг.

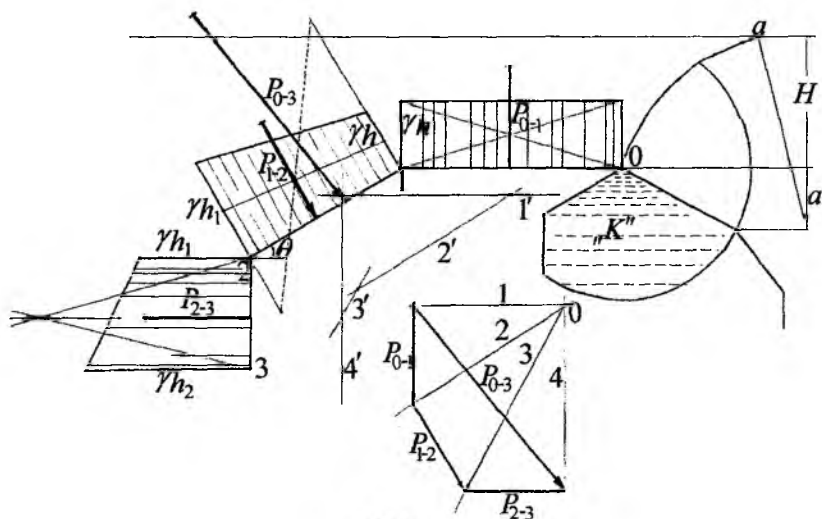
$$P_{0-1} = \Omega_{0-1} b = \gamma H l_{0-1} b = 1 \cdot 1,8 \cdot 3,0 \cdot 1 = 5,4 \text{ тк}$$

$$P_{1-2} = \Omega_{1-2} b = \frac{\gamma H + \gamma h_1}{2} \cdot l_{1-2} b = \frac{\gamma H + \gamma h_1}{2} \cdot \frac{h_1 - H}{\sin \theta} \cdot b = \frac{1 \cdot 1,8 + 1 \cdot 3,0}{2} \cdot \frac{3,0 - 1,8}{\sin 30^\circ} \cdot 1 = 5,76 \text{ тк}$$

$$P_{2-3} = \Omega_{2-3} b = \frac{\gamma h_1 + \gamma h_2}{2} \cdot l_{2-3} b = \frac{\gamma h_1 + \gamma h_2}{2} \cdot (h_2 - h_1) \cdot b = \frac{1 \cdot 3,0 + 1 \cdot 4,5}{2} \cdot (4,5 - 3,0) \cdot 1 = 5,625 \text{ тк}$$

5. Оғирлик босим кучларининг қўйилиш нуқталари, эпюраларнинг оғирлик марказларидан ўтиб, унга перпендикуляр йўналган бўлади

а) 0-1 сиртдаги эпюранинг оғирлик маркази, эпюра диагоналлари кесилган нуктасида бўлади.



12.6-расм.

б) 1-2 ва 2-3 сиртлардаги трапециадал шаклли эпюраларнинг оғирлик марказини параллелограмм қондасидан фойдаланиб топамиз, яъни трапециялардан параллелограммлар ясаб, уларнинг диагоналлари кесилган нуктаси – оғирлик маркази бўлади.

в) Векторлар алгебрасидаги векторларни қўшиш қондасидан фойдаланиб, кучларнинг тенг таъсир этувчисини топамиз.

II. Эгри сиртга таъсир этувчи гидростатик босим кучи (ГСБК)ни аниқлаймиз.

1. Ҳисоблаш схемасини чизиб оламиз:

Эгри сирт ҳар бир нуктасидаги босим шу нуктадан шу нуктадан ўтказилган уринма текисликка перпендикуляр йўналган бўлади.

Эгри сиртга таъсир қилувчи ГСБКни аниқлаш учун кучни горизонтал P_x ва вертикал P_z ташкил этувчиларга ажратамиз:

2. Эгри сиртга таъсир этувчи гидростатик босим кучининг горизонтал ташкил этувчисини аниқлаш учун эгри чизиқли сиртнинг вертикал текисликка проекцияси олиниб, шу деворга таъсир қилувчи куч сифатида P_x кучи аниқланади:

а) P_x горизонтал ташкил этувчининг катталигини ҳисоблаймиз:

$$P_x = \Omega b = \frac{\mathcal{H} \cdot H}{2} b = \frac{\mathcal{H}^2}{2} b = \frac{1 \cdot 1,8^2}{2} \cdot 1 = 1,62 \text{ мк}$$

б) P_x горизонтал ташкил этувчининг қўйилиш нуқтасини ва таъсир чизиғи йўналишини аниқлаймиз:

$$z_D = z_C + \frac{J_0}{z_C \omega} = \frac{H}{2} + \frac{\frac{bH^3}{12}}{\frac{H}{2} bH} = \frac{H}{2} + \frac{2bH^3}{12bH^2} = \frac{H}{2} + \frac{H}{6} = \frac{2}{3} H = \frac{2}{3} \cdot 1,8 = 1,2 \text{ м.}$$

в) P_x нинг таъсир чизиғи Oa сиртнинг вертикал проекцияси бўлган DE сиртга перпендикуляр йўналган бўлиб, z_D нуқтадан ўтади.

3. Эгри сиртга таъсир этувчи гидростатик босим кучининг вертикал ташкил этувчиси P_z катталигини, йўналишини ва қўйилиш нуқтасини топамиз.

Эгри сиртга таъсир этувчи гидростатик босим кучининг вертикал ташкил этувчиси P_z ни аниқлаш учун “босим танаси” қурилади. Қуриш тартиби:

- Эгри чизикли сиртнинг охириги ясовчи нуқталари – характерли нуқталари белгиланади. Бу нуқталар эгри чизикли сиртнинг чегаралари ёки унга тегиб турган суюқлик қатламининг чегаралари билан белгиланади.
- Танланган характерли нуқталардан суюқликнинг эркин сатҳи чизигигача вертикал чизиклар ўтказилади.
- Эгри чизикли сирт чизиги ва суюқликнинг эркин сатҳи чизиклари билан чегараланган майдон “босим танаси” юзини ёки унинг сирт кенглигига қўпайтмаси босим танаси ҳажмини ташкил қилади. Босим танаси ҳажмининг сув солиштирма оғирлигига қўпайтмаси вертикал ташкил этувчиси P_z кучининг катталигини ташкил қилади.
- Босим танаси ҳажмида суюқлик бўлса, + белгиси қўйилади, P_z кучининг таъсир чизиғи босим танаси оғирлик марказидан ўтиб, тепадан пастга қараб йўналган бўлади.
- Босим танаси ҳажмида қуруқ бўлса, – белгиси қўйилади, P_z кучининг вектори босим танаси оғирлик марказидан ўтиб, пастдан тепага қараб йўналган бўлади.

а) P_z кучининг катталигини топамиз.

$$P_z = W_{\delta m} b = \Omega_{\delta m} \gamma b$$

$$\Omega_{\delta m} = \Omega_{aa'0b'a}$$

Ω_{6m} – босим танасининг юзаси бўлиб, у $aa'Ob'a$ юза билан чегараланганлигини аниқлаймиз.

aO – катталикини аниқлаш учун φ^0 катталигини аниқлаймиз.

$$\varphi^0 = 90^\circ - \alpha_1 - \alpha_2 = 90 - 16^\circ 26'' - 17^\circ 46'' = 55^\circ 48''$$

бунда,

$$\alpha_1 = \arccos \frac{H+a}{R_2} = \arccos \frac{1,8+0,8}{2,7} = \arccos 0,96 = 16^\circ 26''$$

$$\alpha_2 = \arcsin \frac{a}{R_2} = \arcsin \frac{0,8}{2,7} = \arcsin 0,3 = 17^\circ 46''$$

$$\Delta adb \text{ дан } \frac{aO}{2} = R_2 \sin \frac{\varphi^0}{2} \text{ бундан } aO = 2R_2 \sin \frac{\varphi^0}{2} = 2 \cdot 2,7 \cdot \sin \frac{55^\circ 48''}{2} = 2,51 \text{ м}$$

$$\Delta a'O \text{ дан } aa' = \sqrt{(aO)^2 - H^2} = \sqrt{2,51^2 - 1,8^2} = 1,75 \text{ м.}$$

$$\Omega_{aOa'} = \frac{aa' \cdot H}{2} = \frac{1,75 \cdot 1,8}{2} = 1,575 \text{ м}$$

$$\Omega_{\text{сезм}} = \frac{R_2}{2} \left(\frac{\pi \varphi^0}{180^\circ} - \sin \varphi \right) = \frac{2,7}{2} \left(\frac{3,14 \cdot 55^\circ 48''}{180^\circ} - \sin 55^\circ 48'' \right) = 1,35(0,97 - 0,82) = 0,2 \text{ м}$$

$$\Omega_{a'Oa}^{aOa} = \Omega_{aOa'} - \Omega_{\text{сезм}} = 1,575 - 0,2 = 1,375 \text{ м}^2$$

$$P_z = \Omega_{a'Oa}^{aOa} \gamma b = 1,375 \cdot 1 \cdot 1 = 1,375 \text{ тн.}$$

3. $\Omega_{aa'Ob'a}$ босим танаси ичида сув бўлганлиги сабабли у мусбат босим танаси бўлиб, гидростатик босим кучининг P_z вертикал ташкил этувчиси унинг оғирлик марказидан пастга йўналган бўлади.

4. Кучларнинг тенг таъсир этувчисини аниқлаймиз.

$$P_s = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = \sqrt{1,62^2 + 1,375^2} = 2,12 \text{ тн.}$$

5. Эгри сиртга таъсир қилувчи P_s кучининг таъсир чизиғи сиртни ясовчи радиус марказидан ўтиб, горизонтга нисбатан

$$\theta = \arctg \frac{P_z}{P_x} = \arctg \frac{1,375}{1,62} = 40,32^\circ$$

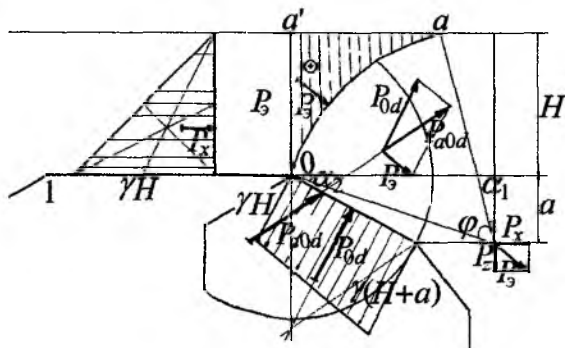
5. Od текис сиртга таъсир қилаётган гидростатик босим кучини графоаналитик усулда аниқлаймиз:

$$P_{Od} = \frac{\gamma H + \gamma(H+a)}{2} R_1 b = \frac{1 \cdot 1,8 + 1 \cdot (1,8 + 0,8)}{2} \cdot 1,8 \cdot 1 = 3,96 \text{ тн.}$$

6. $a0d$ сиртта таъсир қилаётган гидростатик босим кучини Пифагор теоремасидан аниқлаймиз:

$$P_{a0d} = \sqrt{P_s^2 + P_{0d}^2} = \sqrt{2,12^2 + 3,96^2} = 4,49 \text{ тк.}$$

7. Унинг йўналишини параллелограмм қоидаcига асосан аниқлаймиз.



12.7-расм.

8. Бутун тўғоннинг $a0123$ қисмига таъсир этувчи тўлиқ гидростатик босим кучини параллелограмм қоидаcидан фойдаланиб аниқлаймиз.

$$P_{a0123} = \sqrt{P_{0123}^2 + P_{a0d}^2} = \sqrt{9,7^2 + 4,49^2} = 10,69 \text{ тк}$$

12.1-жадвал

α	0	30	45	60	90	180	270
$\sin \alpha$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	0	-1
$\cos \alpha$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0
$\text{tg} \alpha$	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	-	0	-
$\text{ctg} \alpha$	-	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	0	-	0

чорак α	I	II	III	IV
$\sin$	+	+	-	-
$\cos$	+	-	-	+
tg	+	-	+	-
ctg	+	-	+	-

12.5-машқ

12.8-расмда қиррасида пастки доиравий затвор ўрнатилган бетон тўғоннинг кўндаланг кесими кўрсатилган:

Берилган:

$$R = 2,5 \text{ м};$$

$$H = 2,5 R;$$

$$\varphi = 60^\circ$$

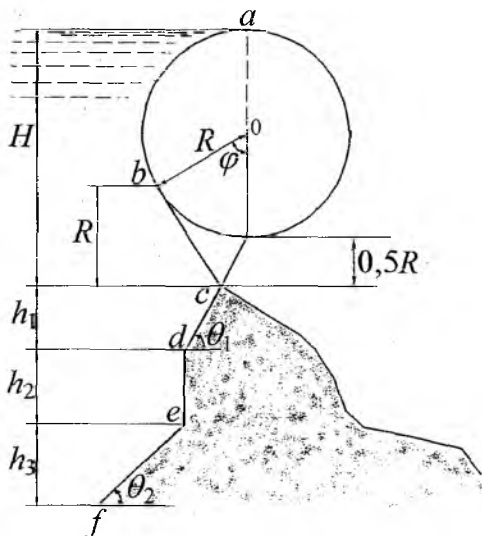
$$h_1 = 1,5 \text{ м};$$

$$h_2 = 1,8 \text{ м};$$

$$h_3 = 2,0 \text{ м};$$

$$\theta_1 = 60^\circ;$$

$$\theta_2 = 45^\circ;$$



12.8-расм.

Талаб қилинади:

1. I пог. м тўғон узунлиги учун тўғоннинг $cdef$ юзасига таъсир қилаётган сувнинг оғирлик босим кучининг катталиги, йўналиши ва қўйилиш нуктасини аниқланг (аналитик ва графоаналитик усулда).

2. abc затвор қопламаси I пог. м узунлигига таъсир қилаётган сувнинг оғирлик босими катталигини, йўналишини ва қўйилиш нуктасини аниқланг.

Тўғоннинг $cdef$ қисмига таъсир этувчи оғирлик босим кучининг катталигини, қўйилиш нуктасини таъсир чизигини, йўналишини аниқлаймиз.

1. Берилган геометрик катталикларга мос келувчи шартли масштаб танлаб оламиз ва ҳисоблаш схемасини чизамиз.
2. cd сиртга таъсир этувчи гидростатик босим кучининг катталигини, қўйилиш нуктасини ва таъсир чизиги йўналишини аниқлаймиз.

а) P_{cd} оғирлик босим кучини аниқлаймиз

$$P_{cd} = p_{cd} \omega_{cd}$$

бу ерда:

$p_{cd} - cd$ сиртга таъсир этувчи оғирлик гидростатик босими

$$p_{cd} = \gamma h_c^{cd} = 1 \cdot 7,0 = 7,0 \frac{\text{мк}}{\text{м}^2}$$

γ – сувнинг солиштирма оғирлиги, $\gamma = 1 \frac{\text{мк}}{\text{м}^3}$

h_c^{cd} – қаралаётган юза оғирлик марказидан суюқлик сатҳигача бўлган

$$\text{масофа, } h_c^{cd} = H + \frac{h_1}{2} = \left(2,5R + \frac{h_1}{2} \right) = \left(2,5 \cdot 2,5 + \frac{1,5}{2} \right) = 7,0 \text{ м}$$

$\omega_{cd} - cd$ сирт юзаси

$$\omega_{cd} = l_{cd} b = 1,73 \cdot 1 = 1,73 \text{ м}^2$$

$l_{cd} - cd$ сирт узунлиги,

$$\frac{h_1}{l_1} = \sin \theta, \quad h_1 = l_1 \sin \theta \quad \text{бундан, } l_1 = \frac{h_1}{\sin 60^\circ} = \frac{1,5}{\sqrt{3}} = \frac{1,5 \cdot 2}{\sqrt{3}} = 1,73 \text{ м}$$

b – сирт кенлиги, масала шартига кўра, $b = 1 \text{ м}$

$$P_{cd} = p_{cd} \omega_{cd} = 7,0 \cdot 1,73 = 12,12 \text{ мк}$$

б) P_{cd} кучнинг қўйилиш нуқтасини аниқлаймиз, кучнинг қўйилиш нуқтаси юзанинг босим марказида бўлади:

$$z_D^{cd} = z_c^{cd} + \frac{J_0^{cd}}{z_c^{cd} \omega_{cd}} = 8,08 + \frac{0,42}{8,08 \cdot 12,04} = 8,084 \text{ м.}$$

Бу ерда: z_D^{cd} – юзанинг босим маркази ординатаси

$$z_c^{cd} - \text{оғирлик маркази ординатаси, } z_c^{cd} = \frac{h_c^{cd}}{\sin \theta_1} = \frac{7}{\sqrt{3}} = 8,08 \text{ м}$$

$$J_0 - \text{инерция моменти } J_0 = \frac{l_{cd}^3 \cdot b}{12} = \frac{1,72^3 \cdot 1}{12} = 0,42 \text{ м}^4$$

в) P_{cd} куч сиртга тик йўналиб, унинг оғирлик марказидан ўтади.

3. de сиртга таъсир этувчи гидростатик босим кучининг катталигини, қўйилиш нуқтасини ва таъсир чизиғи йўналишини аниқлаймиз.

а) P_{de} оғирлик босим кучини аниқлаймиз

$$P_{de} = p_{de} \omega_{de} = 8,65 \cdot 1,8 = 15,57 \text{ мк}$$

$$p_{de} = \gamma h_c^{de} = 1 \cdot 8,65 = 8,65 \frac{\text{мк}}{\text{м}^2}$$

$$h_C^{de} = H + h_1 + \frac{h_2}{2} = 6,25 + 1,5 + \frac{1,8}{2} = 8,65 \text{ м}$$

$$\omega_{de} = l_{de} b = 1,8 \cdot 1 = 1,8 \text{ м}^2$$

$$l_{de} = h_2 = 1,8 \text{ м}$$

б) P_{de} кучнинг қўйилиш нуқтасини аниқлаймиз, кучнинг қўйилиш нуқтаси юзанинг босим марказида бўлади:

$$z_D^{de} = z_C^{de} + \frac{J_0^{de}}{z_C^{de} \omega_{de}} = 8,65 + \frac{0,04}{8,65 \cdot 1,8} = 8,653 \text{ м.}$$

$$z_C^{de} = h_C^{de} = 8,65 \text{ м}$$

$$J_0 = \frac{l_{de}^3 \cdot b}{12} = \frac{1,8^3 \cdot 1}{12} = 0,04 \text{ м}^4$$

в) P_{de} куч de сиртга тик йўналиб, унинг оғирлик марказидан ўтади.

4. ef сиртга таъсир этувчи гидростатик босим кучининг катталигини, қўйилиш нуқтасини ва таъсир чизиғи йўналишини аниқлаймиз.

а) P_{ef} оғирлик босим кучини аниқлаймиз

$$P_{ef} = p_{ef} \omega_{ef} = 10,55 \cdot 2,83 = 29,84 \text{ тк}$$

$$p_{ef} = \rho h_C^{ef} = 1 \cdot 10,55 = 10,55 \frac{\text{тк}}{\text{м}^2}$$

$$h_C^{ef} = H + h_1 + h_2 + \frac{h_3}{2} = 6,25 + 1,5 + 1,8 + \frac{2}{2} = 10,55 \text{ м}$$

$$\omega_{ef} = l_{ef} b = 2,83 \cdot 1 = 2,83 \text{ м}^2$$

$$l_{ef} = \frac{h_3}{\sin \theta_2} = \frac{2,0}{\sin 45^\circ} = 2,83 \text{ м}$$

б) P_{ef} кучнинг қўйилиш нуқтасини аниқлаймиз, кучнинг қўйилиш нуқтаси юзанинг босим марказида бўлади:

$$z_D^{ef} = z_C^{ef} + \frac{J_0^{ef}}{z_C^{ef} \omega_{ef}} = 14,922 + \frac{1,89}{14,922 \cdot 2,83} = 14,97 \text{ м.}$$

$$z_C^{ef} = \frac{h_C^{ef}}{\sin \theta_2} = \frac{10,55}{0,707} = 14,922 \text{ м}$$

$$J_0 = \frac{l_{ef}^3 \cdot b}{12} = \frac{2,83^3 \cdot 1}{12} = 1,89 \text{ м}^4$$

в) P_{de} куч de сиртта тик йўналиб, унинг оғирлик марказидан ўтади.

5. Кучларнинг тенг таъсир этувчисини аниқлаймиз.

$$P_{ce} = \sqrt{P_{cd}^2 + P_{de}^2} = \sqrt{12,04^2 + 15,57^2} = 19,68 \text{ тк}$$

$$P_{cf} = \sqrt{P_{ce}^2 + P_{ef}^2} = \sqrt{19,68^2 + 29,86^2} = 35,76 \text{ тк}$$

6. P_{cf} кучнинг қўйилиш нуқтасини топамиз. Бунинг учун d нуқтага нисбатан кучлар моментининг йиғиндисини топамиз:

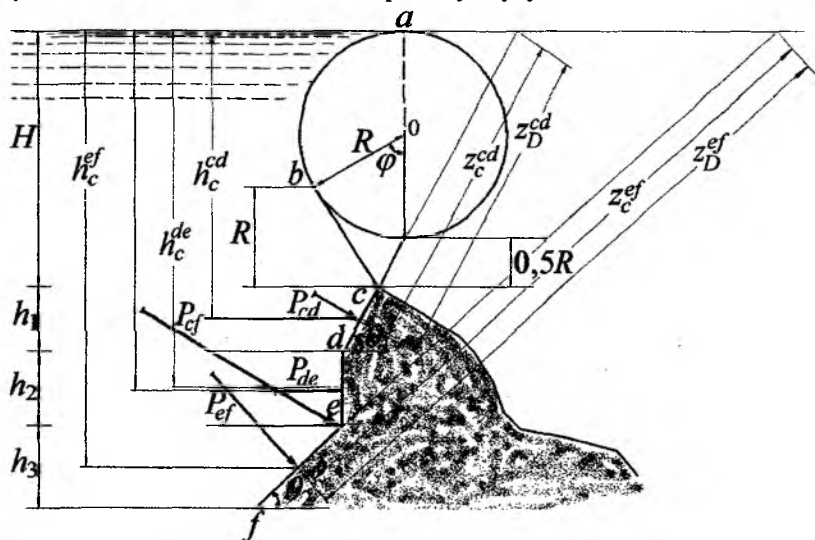
$$P_{cf} z_D^{cf} = P_{ef} (z_D^{ef} + h_2 \cos \theta_2) + P_{de} z_D^{de} - P_{cd} (l_{cd} - z_D^{cd})$$

$$z_D^{cf} = \frac{P_{ef} (z_D^{ef} \cos \theta_2) + P_{de} z_D^{de} - P_{cd} (z_D^{cd} \cos \theta_1)}{P_{cf}} =$$

$$= \frac{29,86(14,97 \cdot 0,707) + 15,57 \cdot 8,653 - 7(8,084 \cdot 0,5)}{35,76} = 11,8 \text{ м.}$$

7. Аниқланган катталикларни расмда ифодалаймиз.

Тўғонни масштабда чизамиз ва оғирлик кучи учун масштаб танлаймиз



12.9-расм.

Графоаналитик усул.

Энди, шу кучларнинг катталигини, қўйилиш нуқталарини, таъсир чизиғи йўналишларини графоаналитик усулда аниқлаймиз.

3. Геометрик ва гидростатик ўлчамлар учун шартли масштаблар танлаб олиб расмни қайта чизамиз.

4. Нукталардаги гидростатик босимларни аниқлаймиз

$$p_c = \gamma H = 1 \cdot 6,25 = 6,25 \frac{\text{мк}}{\text{м}^2}$$

$$p_d = \gamma(H + h_1) = 1 \cdot (6,25 + 1,5) = 7,75 \frac{\text{мк}}{\text{м}^2}$$

$$p_e = \gamma(H + h_1 + h_2) = 1 \cdot (6,25 + 1,5 + 1,8) = 9,55 \frac{\text{мк}}{\text{м}^2}$$

$$p_f = \gamma(H + h_1 + h_2 + h_3) = 1 \cdot (6,25 + 1,5 + 1,8 + 2,0) = 11,55 \frac{\text{мк}}{\text{м}^2}$$

5. Қийматлар асосида босим эпюраларини чизамиз.

6. Кучлар катталиги шу эпюралар юзаси катталигини сирт кенглигига кўпайтмасига тенг.

$$P_{cd} = \Omega_{cd} b = \frac{\gamma H + \gamma(H + h_1)}{2} \frac{h_1}{\sin 60^\circ} b = \frac{1 \cdot 6,25 + 1(6,25 + 1,5)}{2} \frac{1,5}{0,866} \cdot 1 = 12,12 \text{ мк}$$

$$P_{de} = \Omega_{cd} b = \frac{\gamma(H + h_1) + \gamma(H + h_1 + h_2)}{2} h_2 b =$$

$$= \frac{1(6,25 + 1,5) + 1(6,25 + 1,5 + 1,8)}{2} \cdot 1,8 \cdot 1 = 15,57 \text{ мк}$$

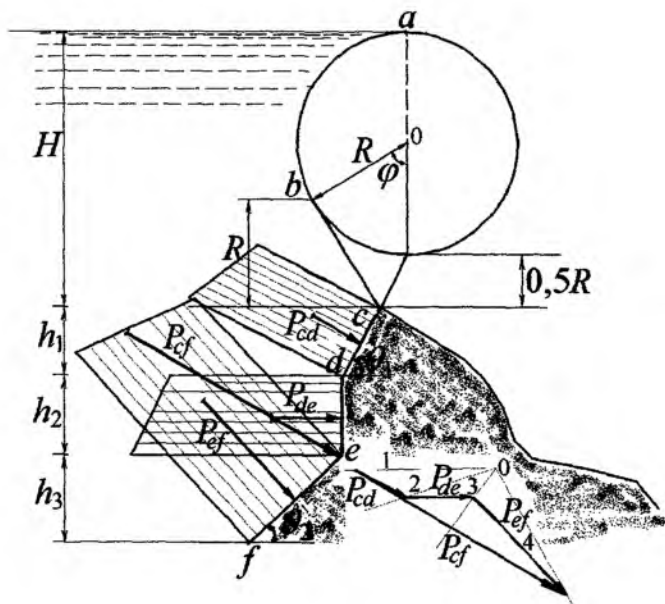
$$P_{ef} = \Omega_{cd} b = \frac{\gamma(H + h_1 + h_2) + \gamma(H + h_1 + h_2 + h_3)}{2} \frac{h_3}{\sin 45^\circ} b =$$

$$= \frac{1(6,25 + 1,5 + 1,8) + 1(6,25 + 1,5 + 1,8 + 2)}{2} \cdot \frac{2}{0,707} \cdot 1 = 29,84 \text{ мк}$$

7. Оғирлик босим кучларининг қўйилиш нукталари, эпюраларнинг оғирлик марказларидан ўтиб, унга перпендикуляр йўналган бўлади

а) cd , de ва ef сиртлардаги трапециадал шакли эпюраларнинг оғирлик марказини параллелограмм қондасидан фойдаланиб топамиз, яъни трапециялардан параллелограммлар ясаб, уларнинг диагоналлари кесишган нуктаси – оғирлик марказини бўлади.

б) Векторлар алгебрасидаги векторларни қўшиш қондасидан фойдаланиб, кучларнинг тенг таъсир этувчисини топамиз.



12.10-расм.

II. Эгри сиртга таъсир этувчи гидростатик босим кучини аниқлаймиз.

1. Ҳисоблаш схемасини чизиб оламиз:
2. Эгри сиртга таъсир этувчи гидростатик босим кучини горизонтал ташкил этувчисини аниқлаймиз:

а) P_x ташкил этувчининг катталигини ҳисоблаймиз:

$$P_x = \Omega b = \frac{\gamma(H-R) \cdot (H-R)}{2} b = \frac{\gamma(H-R)^2}{2} b = \frac{1(6,25-2,5)^2}{2} \cdot 1 = 7,03 \text{ мк}$$

б) P_x ташкил этувчининг қўйилиш нуқтасини ва таъсир чизиғи йўналишини аниқлаймиз:

$$z_D = z_C + \frac{J_0}{z_C \omega} = \frac{2}{3}(H-R) = \frac{2}{3}(6,25-2,5) = 2,5 \text{ м.}$$

3. Эгри сиртга таъсир этувчи гидростатик босим кучининг вертикал ташкил этувчиси P_z катталигини, йўналишини ва қўйилиш нуқтасини топамиз.

а) P_z кучининг катталигини топамиз

$$P_z = W_{6m} b = \Omega_{6m} \gamma b = 0,223 \cdot 1 \cdot 1 = 0,223 \text{ мк.}$$

$$\Omega_{6m} = \Omega_{0KB'A} - \Omega_{0KK'A} - \Omega_{KBK} = 4,06 - 3,271 - 0,566 = 0,223 \text{ м}^2$$

Ω_{6m} – босим танасининг юзаси

$$\Omega_{0KB'A} = \frac{KB' + R}{2} \cdot AB' = \frac{1,25 + 2,5}{2} \cdot 2,165 = 4,06 \text{ м}^2$$

$$BK = R = 2,5 \text{ м}; \quad KB' = H - 2R = R/2 = 2,5/2 = 1,25 \text{ м};$$

$$AB' = R \sin \varphi = 2,5 \cdot \sin 60^\circ = 2,165 \text{ м}$$

$$\Omega_{0KK'A} = \frac{\pi R^2}{360^\circ} \cdot \varphi = \frac{3,14 \cdot 2,5^2}{360^\circ} \cdot 60^\circ = 3,271 \text{ м}^2$$

$$\Omega_{KBK} = \frac{R^2}{2} \left(\frac{\pi \varphi}{180^\circ} - \sin \varphi \right) = \frac{2,5^2}{2} \left(\frac{3,14 \cdot 60^\circ}{180^\circ} - 0,866 \right) = 3,125 \cdot 0,181 = 0,566 \text{ м}^2$$

3. Ω_{6m} босим танаси ичида сув бўлганлиги сабабли у мусбат босим танаси бўлиб, гидростатик босим кучининг P_z вертикал ташкил этувчиси унинг оғирлик марказидан пастга йўналган бўлади.

4. Кучларнинг тенг таъсир этувчисини аниқлаймиз.

$$P_9 = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = \sqrt{7,03^2 + 0,223^2} = 7,034 \text{ мк.}$$

5. Эгри сиртга таъсир қилувчи P_9 кучнинг таъсир чизиғи сиртни ясовчи радиус марказидан ўтиб, горизонтга нисбатан

$$\theta = \arctg \frac{P_z}{P_x} = \arctg \frac{0,233}{7,03} = 0,03^\circ$$

5. bc текис сиртга таъсир қилаётган гидростатик босим кучини графоаналитик усулда аниқлаймиз:

$$P_{bc} = \frac{\gamma(H - R) + \gamma H}{2} \frac{R}{\sin 60^\circ} b = \frac{1 \cdot (6,25 - 2,5) + 1 \cdot 6,25}{2} \cdot \frac{2,5}{0,866} \cdot 1 = 14,43 \text{ мк.}$$

6. abc эгри сиртга таъсир қилаётган гидростатик босим кучини Пифагор теоремасидан аниқлаймиз:

$$P_{abc} = \sqrt{P_9^2 + P_{bc}^2} = \sqrt{7,034^2 + 14,43^2} = 16,05 \text{ мк.}$$

7. Унинг йўналишини параллелограмм қондасига асосан аниқлаймиз.

Берилган:

$$h_1 = 2,5 \text{ м};$$

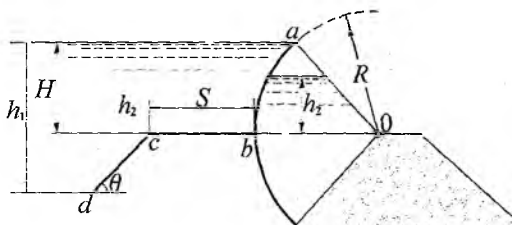
$$H = 1,5 \text{ м};$$

$$S = 0,8H = 0,8 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ м};$$

$$R = 1,2H = 1,2 \cdot 1,5 = 1,8 \text{ м};$$

$$h_2 = 2/3 H = 2/3 \cdot 1,5 = 1 \text{ м};$$

$$\theta = 45^\circ.$$



12.12-расм.

Талаб қилинади:

1. *1* пог. м тўғон узунлиги учун тўғоннинг *bcd* юзасига таъсир қилаётган сувнинг оғирлик босими кучининг катталиги, йўналиши ва қўйилиш нуктасини аниқланг (аналитик ва графоаналитик усулда).
4. *ba0* затвор қопламаси *1* пог. м узунлигига таъсир қилаётган сувнинг оғирлик босими кучининг катталиги, йўналишини ва қўйилиш нуктасини аниқланг.

Аналитик усул.

1. Берилган геометрик катталикларга мос келувчи шартли масштаб танлаб оламиз ва ҳисоблаш схемасини чизамиз.
2. а) P_{bc} оғирлик босим кучини аниқлаймиз

$$P_{bc} = \gamma h_c^{bc} \omega_{bc} = 1 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 1,8 \text{ тк}$$

Бу ерда: γ – сувнинг солиштирма оғирлиги, $\gamma = 1 \frac{\text{тк}}{\text{м}^3}$

h_c^{bc} – қаралаётган юза оғирлик марказидан суюклик сатҳигача бўлган масофа, $h_c^{bc} = H = 1,5 \text{ м}$

ω_{bc} – қаралаётган сирт юзаси, $\omega_{bc} = l_{bc} b = 1,2 \cdot 1,0 = 1,2 \text{ м}$

l_{bc} – 0-1 сирт узунлиги, $l_{bc} = S = 1,2 \text{ м}$

b – сирт кенлиги, масала шартига кўра, $b = 1 \text{ м}$

б) P_{bc} кучнинг қўйилиш нуктасини аниқлаймиз, кучнинг қўйилиш нуктаси юзанинг босим марказида бўлади:

$$z_D^{bc} = z_C^{bc} + \frac{J_0}{z_C^{bc} \omega_{bc}}$$

bc сирт горизонтал ҳолатда бўлганлиги учун юзанинг босим маркази унинг оғирлик марказида бўлади, яъни

$$z_D^{bc} = z_C^{bc} = S/2 = 1,2/2 = 0,6 \text{ м}$$

бу ерда: z_D^{bc} – юзанинг босим маркази ординатаси

z_C^{bc} – оғирлик маркази ординатаси.

в) P_{bc} куч сиртга тик йўналиб, унинг оғирлик марказидан ўтади.

3. P_{cd} кучнинг катталигини, қўйилиш нуқтасини ва йўналишини аниқлаймиз:

$$\begin{aligned} \text{а) } P_{cd} &= \gamma h_c^{cd} \omega_{cd} = 1 \cdot 2,0 \cdot 1,41 = 2,82 \text{ мк} \\ h_c^{cd} &= \left(H + \frac{h_1 - H}{2} \right) = \left(1,5 + \frac{2,5 - 1,5}{2} \right) = 2,0 \text{ м} \\ \omega_{cd} &= l_{cd} b = \left(\frac{h_1 - H}{\sin \theta} \right) b = \left(\frac{2,5 - 1,5}{\sin 45^\circ} \right) \cdot 1 = \left(\frac{1}{0,707} \right) \cdot 1 = 1,41 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

б) P_{cd} кучнинг қўйилиш нуқтасини аниқлаймиз.

$$\begin{aligned} z_D^{cd} &= z_D^{cd} + \frac{J_0}{z_D^{cd} \omega_{cd}} = 2,83 + \frac{0,234}{2,83 \cdot 1,41} = 2,83 + 0,06 = 2,89 \text{ м} \\ z_{C_{1-2}} &\text{ — оғирлик маркази ординатаси, } z_{C_{1-2}} = \frac{h_c^{cd}}{\sin \theta} = \frac{2,0}{\sin 45^\circ} = 2,83 \text{ м} \\ J_0 &\text{ — инерция моменти } J_0 = \frac{l_{cd}^3 \cdot b}{12} = \frac{1,41^3 \cdot 1}{12} = 0,234 \text{ м}^4 \end{aligned}$$

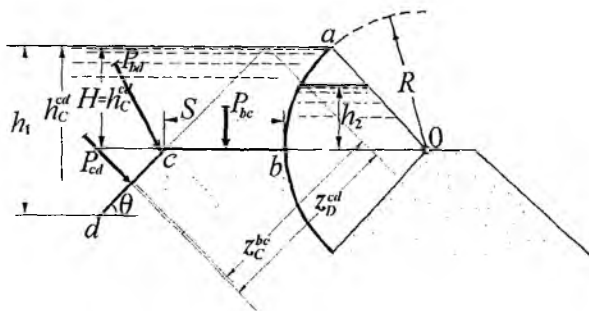
в) P_{cd} куч cd сиртга тик йўналиб, унинг таъсир чизиғи $z_D^{cd} = 2,89 \text{ м}$ нуқтадан ўтади.

4. Кучларнинг тенг таъсир этувчисини аниқлаймиз.

$$P_{bd} = \sqrt{P_{bc}^2 + P_{cd}^2} = \sqrt{1,8^2 + 2,82^2} = 3,35 \text{ мк}$$

5. Аниқланган катталикларни расмда ифодалаймиз.

Туғонни масштабда чизамиз ва оғирлик кучи учун масштаб танлаймиз



12.13-расм.

Графоаналитик усул.

Энди, шу кучларнинг катталигини, қўйилиш нуқталарини, таъсир чизиги йўналишларини графоаналитик усулда аниқлаймиз.

1. Геометрик ва гидростатик ўлчамлар учун шартли масштаблар танлаб олиб расмни қайта чизамиз.
2. Нуқталардаги гидростатик босимларни аниқлаймиз

$$p_c = \gamma H = 1 \cdot 1,5 = 1,5 \frac{\text{тк}}{\text{м}^2}$$

$$p_c = \gamma H = 1 \cdot 1,5 = 1,5 \frac{\text{тк}}{\text{м}^2}$$

$$p_d = \gamma h_1 = 1 \cdot 2,5 = 2,5 \frac{\text{тк}}{\text{м}^2}$$

3. Қийматлар асосида босим эпюраларини чизамиз.
4. Кучлар катталиги шу эпюралар юзаси катталигини сирт кенглигига қўпайтмасига тенг.

$$P_{bc} = \Omega_{bc} b = \gamma H_{bc} b = 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1,8 \text{ тк}$$

$$P_{cd} = \Omega_{cd} b = \frac{\gamma H + \gamma h_1}{2} \cdot l_{cd} b = \frac{\gamma H + \gamma h_1}{2} \cdot \frac{h_1 - H}{\sin \theta} \cdot b =$$

$$\frac{1 \cdot 1,5 + 1 \cdot 2,5}{2} \cdot \frac{2,5 - 1,5}{\sin 45^\circ} \cdot 1 = 2 \cdot 1,41 \cdot 1 = 2,82 \text{ тк}$$

5. Оғирлик босим кучларининг қўйилиш нуқталари, эпюраларнинг оғирлик марказларидан ўтиб, унга перпендикуляр йўналган бўлади
- bc сиртдаги эпюранинг оғирлик маркази, эпюра диагоналлариининг кесишган нуқтасида бўлади.
- cd сиртдаги трапециадал шаклли эпюранинг оғирлик марказини параллелограмм қондасидан фойдаланиб топамиз, яъни трапециялардан параллелограммлар ясаб, уларнинг диагоналлари кесишган нуқтаси – оғирлик маркази бўлади.
- Векторлар алгебрасидаги векторларни қўшиш қондасидан фойдаланиб, кучларнинг тенг таъсир этувчисини топамиз.

$\Omega_{\text{бт}}$ – босим танасининг юзаси.

$aa'c'c$ нуқталар билан белгиланган юза:

$$\Omega_{aa'c'c} = \frac{aa' + c'c}{2} (H - h_2) = \frac{1,26 + 0,97}{2} (1,5 - 1,0) = 0,56 \text{ м}^2$$

aa' узунлик

$$aa' = R - 0\kappa = R - \cos \angle aOb = R - \cos \alpha = 1,8 - \cos 57^\circ = 1,8 - 0,54 = 1,26 \text{ м}$$

cc' узунлик

$$cc' = R - 0\kappa' = R - \cos \angle cOb = R - \cos \beta = 1,8 - \cos 34^\circ = 1,8 - 0,83 = 0,97 \text{ м}$$

$$\alpha = \angle aOb = \arcsin \frac{H}{R} = \arcsin \frac{1,5}{1,8} = 57^\circ$$

$$\beta = \angle cOb = \arcsin \frac{h_2}{R} = \arcsin \frac{1,0}{1,8} = 34^\circ$$

$$\Omega_{aca} = \frac{R^2}{2} \left(\frac{\pi \varphi^0}{180^0} - \sin \varphi \right) = \frac{1,8^2}{2} \left(\frac{3,14 \cdot 23^0}{180^0} - \sin 23^0 \right) = 1,62 \cdot 0,01 = 0,0162 \text{ м}^2$$

$$\varphi = \angle aOc = \angle aOb - \angle cOb = \alpha - \beta = 57^\circ - 34^\circ = 23^\circ$$

3. $\Omega_{aa'c'c}$ босим танаси ичида сув бўлганлиги сабабли у мусбат босим танаси бўлиб, гидростатик босим кучининг P_z вертикал ташкил этувчиси унинг оғирлик марказидан пастга йўналган бўлади.

4. Кучларнинг тенг таъсир этувчисини аниқлаймиз.

$$P_3 = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = \sqrt{1,12^2 + 0,544^2} = 0,86 \text{ тн.}$$

5. Эгри сиртга таъсир қилувчи P_3 кучнинг таъсир чизиги сиртни ясовчи радиус марказидан ўтиб, горизонтга нисбатан

$$\theta = \arctg \frac{P_z}{P_x} = \arctg \frac{0,544}{1,12} = 26^\circ.$$

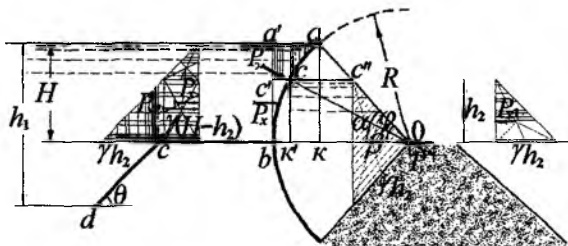
6. Od текис сиртга таъсир қилаётган гидростатик босим кучини графоаналитик усулда аниқлаймиз:

$$P_{Oc'} = \frac{h_2}{2} \cdot Oc'' \cdot b = \frac{h_2}{2} \cdot \frac{h_2}{\cos(90^\circ - \alpha)} \cdot b = \frac{1 \cdot 1}{2} \cdot \frac{1}{0,84} \cdot 1 = 0,6 \text{ тн.}$$

7. $ba0$ затвор қопламаси I ноз. м узунлигига таъсир қилаётган сувнинг оғирлик босими кучининг катталиги Пифагор теоремасидан аниқлаймиз:

$$P_{ba0} = \sqrt{P_3^2 + P_{Oc'}^2} = \sqrt{0,86^2 + 0,6^2} = 1,05 \text{ тн.}$$

8. Унинг йўналишини параллелограмм қондасига асосан аниқлаймиз.



12.15-расм.

9. Бутун тўғоннинг $Oabcd$ қисмига таъсир этувчи тўлиқ гидростатик босим кучини параллелограмм қондасидан фойдаланиб аниқлаймиз.

$$P_{Oabcd} = \sqrt{P_{bd}^2 + P_{ba0}^2} = \sqrt{3,35^2 + 1,05^2} = 3,51 \text{ тк.}$$

12.7-машқ.

Очиқ идишга ҳар хил диаметрли қувурлардан тузилган трубопровод уланган (12.16-расм). Трубопроводдан суюқлик ($\rho = 1 \text{ т/м}^3$) атмосферага оқиб чиқмоқда, идишдаги суюқлик сатҳи ўзгармас бўлганда, $\nabla = \text{const}$.

Берилган: суюқлик – идеал;

$$H = 1,8 \text{ м}$$

$$a = 0,7 \text{ м}$$

$$l_1 = 10 \text{ м}$$

$$l_2 = 14 \text{ м}$$

$$l_3 = 8 \text{ м}$$

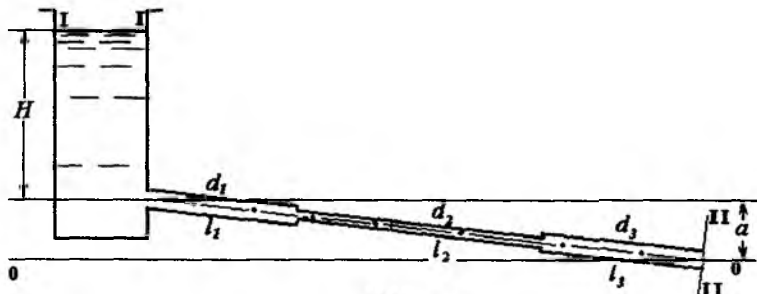
$$d_1 = 150 \text{ мм}$$

$$d_2 = 100 \text{ мм}$$

$$d_3 = 120 \text{ мм}$$

Талаб қилинади:

- Суюқлик сарфини аниқланг, $\text{м}^3/\text{с}$ ва л/с да;
- Напор ва пьезометрик чизикларини қуриш;
- Трубопроводнинг $H-H$ кесимидаги босимни аниқланг.



12.16-расм.

Идеал ҳолатдаги барқарор ҳаракатланаётган сув оқими учун Бернулли тенгламасини қўлланиш коидасига асосан, берилган қувурлар системасининг чиқиш соҳасидан учинчи қувур оғирлик марказидан ўтувчи горизонтал йўналишда 0-0 таққослаш текислигини ўтказиб, системага кириш ва чиқиш соҳасида оқим ҳаракатига қўндаланг тарзда 1-1 ва 2-2 кесимлар танлаймиз (қаранг расм). Танланган икки кесим ораллиғидаги идеал суюқликлар оқими учун 0-0 таққослаш текислигига нисбатан бу кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзамиз:

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

Тенглама ҳадларини ёзамиз:

1-1 кесим учун:

$$z_1 = H + a$$

$$p_1 = p_{atm}$$

$$u_1 = 0$$

Бундан,

2-2 кесим учун:

$$z_2 = 0$$

$$p_1 = p_{atm}$$

$$u_1 = u_{II} = u_3$$

$$H + a + \frac{p_{atm}}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_{atm}}{\gamma} + \frac{u_{II}^2}{2g}$$

ёки,

$$H + a = \frac{u_{II}^2}{2g}.$$

Охирги тенгламадан 2-2 кесимдаги 3-қувурдаан оқаётган оқим тезлигини аниқлашимиз мумкин:

$$u_3 = \sqrt{2g(H + a)} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot (1,8 + 0,7)} = 7 \text{ м/с}.$$

2-2 кесимдаги қувурнинг қўндаланг кесим юзасини аниқласак,

$$\omega_3 = \frac{\pi d_3^2}{4} = 0,785 d_3^2 = 0,785 \cdot 0,12^2 = 0,0113 \text{ м}^2.$$

Оқим сарфи қуйидагича аниқланади:

$$Q = \omega_3 u_3 = 0,0113 \cdot 7 = 0,0791 \text{ м}^3/\text{с} = 79,1 \text{ л/с}.$$

Бернулли тенгламасига асосан тўлиқ напор қуйидагича аниқланади:

$$H_e = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} = H + a.$$

Демак, тенгламага асосан, идеал ҳолатдаги суюқликлар учун тўлиқ напор чизиги идишдаги сув сатҳидан ўтиб, суюқлик идеал ҳолатдалигини инобатга олиб, бутун система учун бир хил баландликда бўлади деб қабул қиламиз.

Пьезометрик напор куйидагича аниқланади:

$$H_p = z + \frac{p}{\gamma} \text{ ёки } H_p = H_* - \frac{u^2}{2g},$$

Расмдан кўриниб турибдики, қувурлар диаметри турлича бўлганлиги сабабли, тезликлар ҳам турлича бўлади. Шунинг учун, пьезометрик напор чизигини қуриш учун ўзгарувчан қувурлардаги тезликларни аниқлашимиз лозим бўлади. Чунки, пьезометрик напор чизиги доимо тўлиқ напор чизигидан тезлик напорига тенг масофада пастда унга параллел тарзда жойлашади.

1-қувурдаги тезлик:

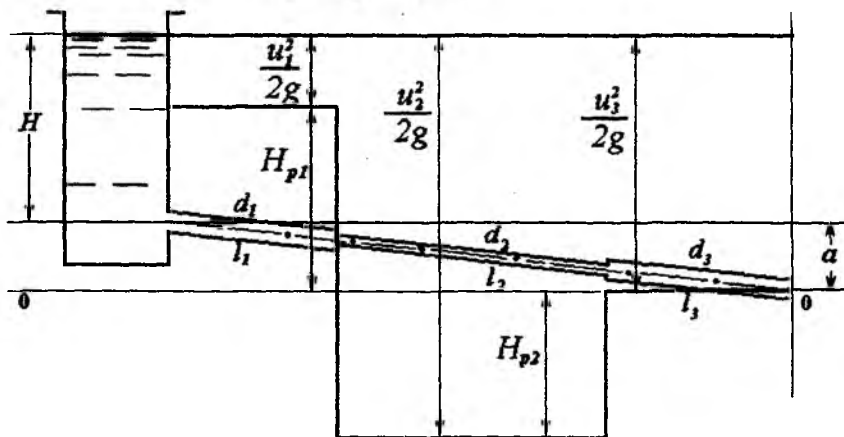
$$u_1 = \frac{Q}{\omega_1} = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 0,0791}{3,14 \cdot 0,15^2} = \frac{0,224}{0,07065} = 4,48 \text{ м/с}.$$

Таққослаш текислигига нисбатан пьезометрик напор чизиги

$$H_{p1} = H + a - \frac{u_1^2}{2g} = 1,8 + 0,7 - \frac{4,48^2}{2 \cdot 9,81} = 2,5 - 1,02 = 1,48 \text{ м}.$$

2-қувурдаги тезлик:

$$u_2 = \frac{Q}{\omega_2} = \frac{4Q}{\pi d_2^2} = \frac{4 \cdot 0,0791}{3,14 \cdot 0,1^2} = 10,08 \text{ м/с}.$$



12.17-расм.

Таққослаш текислигига нисбатан пьезометрик напор чизиги

$$H_{p2} = H + a - \frac{u_2^2}{2g} = 1,8 + 0,7 - \frac{10,08^2}{2 \cdot 9,81} = 2,5 - 5,18 = -2,68 \text{ м}.$$

3-кувурдаги тезлик:

$$u_3 = \frac{Q}{\omega_3} = \frac{4Q}{\pi d_3^2} = \frac{4 \cdot 0,0791}{3,14 \cdot 0,12^2} = 7 \text{ м/с}$$

$$H_{p3} = H + a - \frac{u_3^2}{2g} = 1,8 + 0,7 - \frac{7^2}{2 \cdot 9,81} = 2,5 - 2,5 = 0$$

Олинган натижаларни расмда белгилаймиз.

12.8-машқ.

Суюклик ($\rho = 1 \text{ т/м}^3$) A идишдан B идишга ҳар хил диаметрли кувурлардан тузилган трубопровод орқали узатилмоқда (12.18-расм.). Суюклик B идишдан унинг деворидаги думалоқ тешик орқали атмосферага оқиб чиқмоқда.

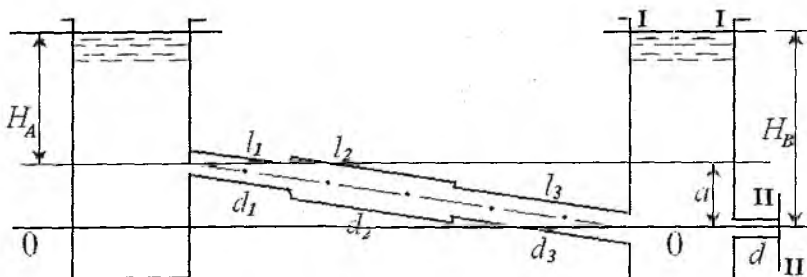
Берилган:

Суюклик – идеал;

$$\begin{aligned} H_A &= 1,3 \text{ м}, & a &= 0,5 \text{ м}, & l_1 &= 2 \text{ м}, & l_2 &= 4 \text{ м} \\ l_3 &= 5 \text{ м}, & d_1 &= 100 \text{ мм}, & d_2 &= 150 \text{ мм}, & d_3 &= 120 \text{ мм} \\ d &= 70 \text{ мм} \end{aligned}$$

Талаб қилинади:

- Суюклик сарфини аниқланг, $\text{м}^3/\text{с}$ ва л/с да;
- Напор ва пьезометрик чизикларини қуринг;
- A идишдаги H чуқурликни аниқланг.



12.18-расм.

Ҳисоблаш тартиби:

Танланган икки кесим оралигидаги идеал суюкликлар оқими учун 0-0 таққослаш текислигига нисбатан бу кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзамиз:

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

1-1 кесим учун:

$$z_1 = H_B$$

$$p_1 = p_{atm}$$

$$u_1 = 0$$

Бундан

2-2 кесим учун:

$$z_2 = 0$$

$$p_2 = p_{atm}$$

$$u_2 = u_{II}$$

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

ёки

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

охирги тенгламадан 2-2 кесимдаги тезликни аниқлашимиз мумкин:

$$u_{II} = \sqrt{2gH_B} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,3} = 5,05 \text{ м/с}$$

2-2 кесимдаги кувурнинг кўндаланг кесим юзасини аниқласак,

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

оқим сарфи куйидагича аниқланади:

$$Q = \omega_{II} u_{II} = 0,004 \cdot 5,05 = 0,02 \text{ м}^3/\text{с} = 20 \text{ л/с}.$$

Бернулли тенгламасига асосан тўла напор куйидагича аниқланади:

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

Демак, тенгламага асосан, идеал ҳолатдаги суюқликлар учун тўлиқ напор чизиги идишдаги сув сатҳидан ўтиб, суюқлик идеал ҳолатдалигини инобатга олиб, бутун система учун бир хил баландликда бўлади деб қабул қиламиз.

Пьезометрик напор куйидагича аниқланади:

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

Тенгламадан кўриниб турибдики, пьезометрик напор чизигини қуриш учун ўзгарувчан кувурлардаги тезликларни аниқлашимиз лозим бўлади.

1-кувурдаги тезлик:

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

Таккослаш текислигига нисбатан пьезометрик напор чизиги

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

2-кувурдаги тезлик:

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

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

3-кувурдаги тезлик:

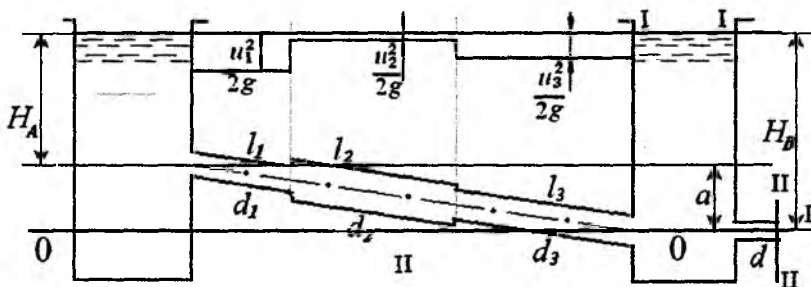
$$u_3 = \frac{Q}{\omega_3} = \frac{4Q}{\pi d_3^2} = \frac{4 \cdot 0,02}{3,14 \cdot 0,12^2} = 1,77 \text{ м/с}$$

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

Олинган натижаларни чизмада белгилаймиз.

А идишдаги H_A чуқурлик куйидагича аниқланади:

$$H_A = H_B - a = 1,3 - 0,5 = 0,8 \text{ м}$$



12.19-расм.

12.9-машқ.

Суюқлик ($\rho = 1 \text{ т/м}^3$) идишдан тўғри тўртбурчакли лотокка ҳар хил диаметрли кувурлардан тузилган трубопровод орқали узатилмоқда (12.20-расм). Суюқлик трубопроводдан лотокдаги суюқлик сатҳи остида оқиб чиқмоқда.

Берилган: Суюқлик – идеал;

$$h = 1,2 \text{ м}; d_3 = 0,36 \text{ м};$$

$$H = 0,4 \text{ м};$$

$$b = 0,8 \text{ м};$$

$$l_1 = 15 \text{ м};$$

$$l_2 = 12 \text{ м};$$

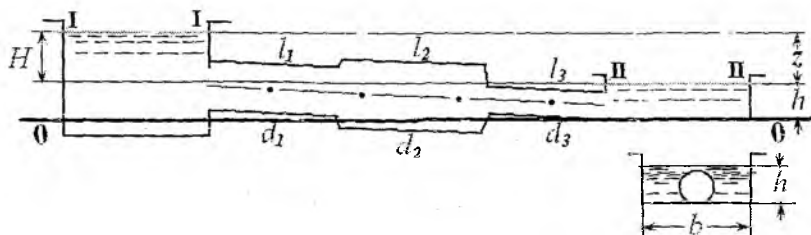
$$l_3 = 10 \text{ м};$$

$$z = 0,4 \text{ м};$$

$$d_1 = 500 \text{ мм};$$

$$d_2 = 700 \text{ мм};$$

$$d_3 = 300 \text{ мм};$$



12.20-рaсм.

Талаб қилинади:

- Суюклик сарфини аниқланг $\text{м}^3/\text{с}$ ва $\text{л}/\text{с}$ да.
- Напор ва пьезометрик чизикларини қурилинг.
- Трубопроводнинг $H-H$ кесимдағи босимни аниқланг.

Ҳисоблаш тартиби:

Танланган икки кесим оралиғидағи идеал суюкликлар оқими учун 0-0 таққослаш текислиғига нисбатан бу кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзамиз:

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

1-1 кесим учун:

$$z_1 = z + h$$

$$p_1 = p_{\text{атм}}$$

$$u_1 = 0$$

Бундан

2-2 кесим учун:

$$z_2 = h$$

$$p_1 = p_{\text{атм}}$$

$$u_1 = u_{\text{II}}$$

$$z + h + \frac{p_{\text{атм}}}{\gamma} + 0 = h + \frac{p_{\text{атм}}}{\gamma} + \frac{u_{\text{II}}^2}{2g}$$

ёки

$$z = \frac{u_{\text{II}}^2}{2g}$$

Охирги тенгламадан 2-2 кесимдағи тезликни аниқлашимиз мумкин:

$$u_{\text{II}} = \sqrt{2gz} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,4} = 2,8 \text{ м/с}.$$

2-2 кесимдағи лотокнинг ҳаракатдағи кесим юзасини аниқласак,

$$\omega_{\text{II}} = bh = 0,8 \cdot 0,36 = 0,29 \text{ м}^2.$$

Сарф қуйидағича аниқланади:

$$Q = \omega_{\text{II}} u_{\text{II}} = 0,29 \cdot 2,8 = 0,81 \text{ м}^3/\text{с} = 810 \text{ л/с}.$$

Бернулли тенгламасига асосан тўла напор қуйидагича аниқланади:

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

Демак, тенгламага асосан, идеал ҳолатдаги суюқликлар учун тўлиқ напор чизиги идишдаги сув сатҳидан ўтиб, суюқлик идеал ҳолатдалигини инобатга олиб, бутун система учун бир хил баландликда бўлади деб қабул қиламиз.

Пьезометрик напор қуйидагича аниқланади:

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

Тенгламадан кўриниб турибдики, пьезометрик напор чизигини қуриш учун ўзгарувчан қувурлардаги тезликларни аниқлашимиз лозим бўлади.

1-қувурдаги тезлик:

$$u_1 = \frac{Q}{\omega_1} = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 0,81}{3,14 \cdot 0,5^2} = \frac{3,24}{0,785} = 4,1 \text{ м/с.}$$

Таққослаш текислигига нисбатан пьезометрик напор чизиги

$$H_{p1} = z + h - \frac{u_1^2}{2g} = 0,4 + 0,36 - \frac{4,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,76 - 0,86 = -0,1 \text{ м}$$

2-қувурдаги тезлик:

$$u_2 = \frac{Q}{\omega_2} = \frac{4Q}{\pi d_2^2} = \frac{4 \cdot 0,81}{3,14 \cdot 0,7^2} = \frac{3,24}{1,54} = 2,1 \text{ м/с}$$

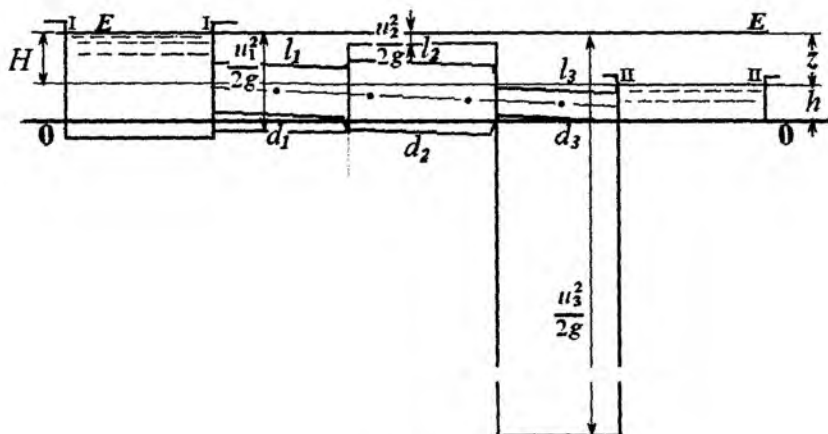
$$H_{p2} = z + h - \frac{u_2^2}{2g} = 0,4 + 0,36 - \frac{2,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,76 - 0,22 = 0,54 \text{ м}$$

3-қувурдаги тезлик:

$$u_3 = \frac{Q}{\omega_3} = \frac{4Q}{\pi d_3^2} = \frac{4 \cdot 0,81}{3,14 \cdot 0,3^2} = \frac{3,24}{0,28} = 11,57 \text{ м/с}$$

$$H_{p3} = z + h - \frac{u_3^2}{2g} = 0,4 + 0,36 - \frac{11,57^2}{2 \cdot 9,81} = 0,76 - 6,82 = -6,06 \text{ м.}$$

Олинган натижаларни чизмада ифодалаймиз:



12.21-расм.

12.10-машқ.

Кесими тўртбурчак бўлган қувурда ҳарорати $t = 16^\circ \text{C}$ бўлган суюқлик ҳаракат қилмоқа.

Берилган:

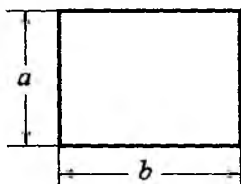
$$a = 30 \text{ см}, b = 20 \text{ см}, Q = 40 \text{ л/с} = 4000 \text{ см}^3/\text{с},$$

ғадир-будурликнинг ўртача баландлиги $\Delta = 0,8 \text{ мм}$

Талаб қилинади:

а) Қувурдаги сув ҳаракатининг тартибини ва қаршилиқ соҳасини аниқланг;

б) Гидравлик ишқаланиш коэффиценти λ , гидравлик нишаблик ва қувурнинг $l = 500 \text{ м}$ узунлигида йўқотилган напорни аниқланг.



12.22-расм.

Қувурда ҳараатланаётган сув оқимининг ҳаракат тартибини Рейнольдс сонига асосан аниқлаймиз:

$$\text{Re} = \frac{v \cdot 4R}{\nu}.$$

бу ерда ν – кувурдаги сувнинг ўртача тезлиги бўлиб, окимнинг узлуксизлик тенгламасидан фойдаланиб аниқлаймиз:

$$\nu = \frac{Q}{\omega} = \frac{4000}{600} = 6,67 \text{ см/с.}$$

бунда ω – кувурнинг кўндаланг кесим юзаси:

$$\omega = ab = 30 \cdot 20 = 600 \text{ см}^2.$$

R – кувурнинг гидравлик радиуси, ихтиёрий шаклдаги кесим учун куйидагича аниқланади:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{600}{100} = 6 \text{ см}$$

χ – кувурнинг ҳўлланган периметри, тўртбурчак кувур учун куйидагича аниқланади:

$$\chi = 2(a + b) = 2(30 + 20) = 100 \text{ см.}$$

$$\text{Демак, } Re = \frac{\nu \cdot 4R}{\nu} = \frac{6,67 \cdot 4 \cdot 6}{0,0112} = 14292.$$

Сув ҳаракатининг тартиби Рейнольдс сонига асосан аниқланади:

Агар $Re < Re_{кр}$ бўлса, окимнинг ламинар ҳаракати кузатилади, бунда напорли кувурлар учун Рейнольдс сонининг критик қиймати $Re_{кр} = 2320$ га тенг. Агар $Re > Re_{кр}$ бўлса, окимнинг турбулент тартибдаги ҳаракати кузатилади. Бизнинг ҳолатда $Re = 14292 > Re_{кр} = 2320$, демак *кувурда суяқлик окимининг турбулент тартибдаги ҳаракати мавжуд* экан.

Окимнинг ламинар ҳаракатида гидравлик ишқаланиш коэффициенти Пуазейль томонидан таклиф қилинган формула ёрдамида аниқланади:

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

Агар $Re_{кр} < Re < 4000$ бўлса, окимнинг ламинар ҳаракатидан турбулент ҳаракатига ўтиш соҳаси ҳисобланади, бунда гидравлик ишқаланиш коэффициенти 1913 йилда Блазиус томонидан таклиф қилинган куйидаги формулага асосан аниқланади:

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

Агар $Re > Re_{кр}$ бўлса, окимнинг турбулент ҳаракати кузатилади.

Окимнинг турбулент ҳаракати ўз навбатида унга соҳага бўлинади.

$4000 < Re < 20 \cdot 4R/\Delta$ бўлса, оким турбулент ҳаракатининг силлик кувурлар соҳаси ҳисобланади, бу соҳада ҳам гидравлик ишқаланиш коэффициенти Блазиус томонидан таклиф қилинган формулага асосан аниқланади:

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

Агар $20 \cdot 4R/\Delta < Re < 500 \cdot 4R/\Delta$ бўлса, оқим турбулент ҳаракатининг квадрат қаршиликкача бўлган соҳаси ҳисобланади, бу соҳада гидравлик ишқаланиш коэффиценти А.Д.Альтшуль томонидан таклиф қилинган формулага асосан аниқланади:

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

Агар $Re > 500 \cdot 4R/\Delta$ бўлса, оқим турбулент ҳаракатининг квадрат қаршилик соҳаси ҳисобланади, бу соҳада гидравлик ишқаланиш коэффиценти Б.Л.Шифринсон томонидан таклиф қилинган формулага асосан аниқланади:

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

$$20 \cdot 4 \cdot R/\Delta = 20 \cdot 4 \cdot 6/0,08 = 6000$$

$$500 \cdot 4 \cdot R/\Delta = 500 \cdot 4 \cdot 6/0,08 = 150000$$

демак,

бизнинг

масалада

$$20 \cdot 4R/\Delta = 6000 < Re = 14292 < 500 \cdot 4R/\Delta = 150000$$

шартни

каноатлантирганлиги учун, оқим турбулент ҳаракатининг квадрат қаршиликкача бўлган соҳаси ҳисобланади, бу соҳада гидравлик ишқаланиш коэффиценти, юқорида таъкидланганидек А.Альтшуль формуласига асосан ҳисобланади:

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta}{4R} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,08}{4 \cdot 6} + \frac{68}{14292} \right)^{0,25} = 0,033.$$

Кувурнинг $l = 500$ м узунлигида йўкотилган напорни Дарси-Вейсбах формуласидан аниқлаймиз:

$$h_f = \lambda \frac{l}{4R} \frac{v^2}{2g} = 0,033 \frac{500}{4 \cdot 6} \frac{6,67^2}{2 \cdot 9,81} = 1,56 \text{ м.}$$

Гидравлик нишаблик куйидагича аниқланади:

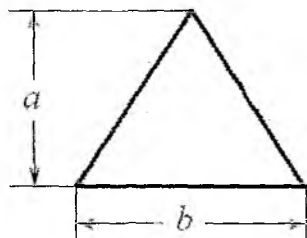
$$J = \frac{h_f}{l} = \frac{1,56}{500} = 0,00312.$$

12.11-машқ.

II. Кесими учбурчак бўлган кувурда ҳарорати $t = 20^\circ\text{C}$ бўлган суюқлик ҳаракат қилмоқа.

Берилган:

$a = 25 \text{ см},$
 $b = 35 \text{ см},$
 $Q = 30 \text{ л/с} = 3000 \text{ см}^3/\text{с},$
 гадир-будурликнинг
 ўртача баландлиги $\Delta = 0,5 \text{ мм}.$



12.23-расм.

Талаб қилинади:

а) Кувурдаги сув ҳаракатининг тартибини ва қаршилиқ соҳасини аниқланг;

б) Гидравлик ишқаланиш коэффициенти λ , гидравлик нишаблик ва қувурнинг $l = 200 \text{ м}$ узунлигида йўқотилган напорни аниқланг.

Ҳисоблаш тартиби.

Кувурдаги сувнинг ҳаракат тартибини Рейнольдс сонига асосан аниқлаймиз:

$$Re = \frac{v \cdot 4R}{\nu} = \frac{3,43 \cdot 4 \cdot 5,09}{0,0101} = 13823.$$

Бу ерда v – қувурдаги сувнинг ўртача тезлиги

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{3000}{437,5} = 6,86 \text{ см/с}.$$

ω – қувурнинг қўндаланг кесим юзаси

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

R – қувурнинг гидравлик радиуси, ихтиёрий шаклдаги кесим учун қуйидагича аниқланади:

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

χ – қувурнинг ҳўлланган периметри, учбурчак қувур учун қуйидагича аниқланади:

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

Сув ҳаракатининг тартиби Рейнольдс сонига асосан аниқланади:

Агар $Re < Re_{сп}$ бўлса, оқимнинг ламинар ҳаракати кузатилади, бунда босимли қувурларда Рейнольдс сонининг критик қиймати $Re_{сп} = 2320$ га тенг.

Оқимнинг ламинар ҳаракатида гидравлик ишқаланиш коэффиценти Пуазейль томонидан таклиф қилинган формула ёрдамида аниқланади:

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

Агар $Re_{кр} < Re < 4000$ бўлса, оқимнинг ламинар ҳаракатидан турбулент ҳаракатига ўтиш соҳаси ҳисобланади, бунда гидравлик ишқаланиш коэффиценти 1913 йилда Блазиус томонидан таклиф қилинган қуйидаги формулага асосан аниқланади:

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

Агар $Re > Re_{кр}$ бўлса, оқимнинг турбулент ҳаракати кузатилади. Оқимнинг турбулент ҳаракати ўз навбатида учта соҳага бўлинади.

$4000 < Re < 20 \cdot 4R/\Delta$ бўлса, оқим турбулент ҳаракатининг силлик қувурлар соҳаси ҳисобланади, бу соҳада ҳам гидравлик ишқаланиш коэффиценти Блазиус томонидан таклиф қилинган формулага асосан аниқланади:

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

Агар $20 \cdot 4R/\Delta < Re < 500 \cdot 4R/\Delta$ бўлса, оқим турбулент ҳаракатининг квадрат қаршиликкача бўлган соҳаси ҳисобланади, бу соҳада гидравлик ишқаланиш коэффиценти А.Д.Альтшуль томонидан таклиф қилинган формулага асосан аниқланади:

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

Агар $Re > 500 \cdot 4R/\Delta$ бўлса, оқим турбулент ҳаракатининг квадрат қаршилик соҳаси ҳисобланади, бу соҳада гидравлик ишқаланиш коэффиценти Б.Л.Шифринсон томонидан таклиф қилинган формулага асосан аниқланади:

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

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

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

демак, бизнинг масалада $20 \cdot 4R/\Delta < Re < 500 \cdot 4R/\Delta$ шартни қаноатлантирганлиги учун, оқим турбулент ҳаракатининг квадрат қаршиликкача бўлган соҳаси ҳисобланади, бу соҳада гидравлик ишқаланиш коэффиценти:

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta}{4R} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,05}{4 \cdot 5,09} + \frac{68}{13823} \right)^{0,25} = 0,032.$$

Кувурнинг $l = 50\text{ м}$ узунлигида йўқотилган напорни Дарси-Вейсбах формуласидан аниқлаймиз:

$$h_f = \lambda \frac{l v^2}{4R 2g} = 0,032 \frac{200}{4 \cdot 5,09} \frac{6,86^2}{2 \cdot 9,81} = 0,75\text{ м}.$$

Гидравлик нишаблик куйдагича аниқланади:

$$J = \frac{h_f}{l} = \frac{0,75}{200} = 0,00375.$$

12.12-машқ.

12.24-расмда кўрсатилган тармоқ учун 12.7-машкнинг «б» ва «в» саволларини гидравлик қаршиликларни ҳисобга олган ҳолда ечинг ва идишдаги сувнинг чуқурлиги H ни аниқланг, трубопровод фойдаланилган чўян кувурлардан тузилган, сарф эса қаршиликларни ҳисобга олмай топилган сарфга тенг деб қаралади.

Берилган:

$$t = 16^\circ\text{C}$$

$$\Delta = 0,8\text{ мм}$$

$$H = 1,8\text{ м}$$

$$a = 0,7\text{ м}$$

$$l_1 = 10\text{ м}$$

$$l_2 = 14\text{ м}$$

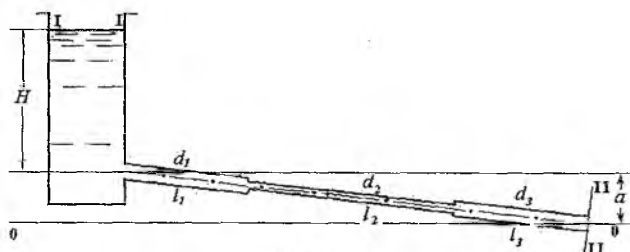
$$l_3 = 8\text{ м}$$

$$d_1 = 150\text{ мм}$$

$$d_2 = 100\text{ мм}$$

$$d_3 = 120\text{ мм}$$

$$Q = 0,0791\text{ м}^3/\text{с}$$



12.24-рasm.

Реал ҳолатдаги барқарор ҳаракатланаётган сув оқими учун Бернулли тенгламасини қўлланиш қоида­сига асосан, берилган кувурлар системасининг чиқиш соҳасидаги кувур оғирлик марказидан ўтувчи горизонтал йўналишда 0-0 таққослаш текислигини ўтказиб, системага кириш ва чиқиш соҳасида оқим ҳаракати­га қўндаланг тарзда 1-1 ва 2-2 кесимлар танлаймиз (қаранг расм). Танланган икки кесим оралиғида ҳаракатланаётган реал суюқликлар учун горизонтал 0-0 таққослаш текислигига нисбатан Бернулли тенгламасини ёзамиз:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

Тенглама ҳадларини ёзамиз:

1-1 кесим учун:

$$z_1 = H + a$$

$$p_1 = p_{\text{атм}}$$

$$v_1 = 0$$

2-2 кесим учун:

$$z_2 = 0$$

$$p_1 = p_{\text{атм}}$$

$$v_1 = v_{II} = v_3$$

Бундан

$$H + a + \frac{p_{am}}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_{am}}{\gamma} + \frac{\alpha v_3^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

ёки

$$H = \frac{\alpha v_3^2}{2g} - a + h_{f(1-2)} = \frac{1 \cdot 5,05^2}{2 \cdot 9,81} - 0,5 + 1,64 = 2,44 \text{ м.}$$

бу ерда $h_{f(1-2)}$ – 1-1 ва 2-2 кесимлар оралиғида йўқолган напор

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

$\sum h_m$ – маҳаллий қаршилиқлар ҳисобига напор йўқолиши

$$\sum h_m = h_{\kappa} + h_{\kappa, m} + h_{\kappa, \kappa} = 0,51 + 1,44 + 0,48 = 2,43 \text{ м.}$$

h_{κ} – киришдаги напор йўқолиши

$$h_{\kappa} = \zeta_{\kappa} \frac{v_1^2}{2g} = 0,5 \frac{4,48^2}{2 \cdot 9,81} = 0,51 \text{ м.}$$

$h_{\kappa, m}$ – кескин торайишда напор йўқолиши

$$h_{\kappa, m} = \zeta_{\kappa, m} \frac{v_2^2}{2g} = 0,5 \left(1 - \frac{\omega_2}{\omega_1} \right) \frac{v_2^2}{2g} = 0,5 \left(1 - \frac{d_2^2}{d_1^2} \right) \frac{v_2^2}{2g} = 0,5 \left(1 - \frac{0,10^2}{0,15^2} \right) \frac{10,08^2}{2 \cdot 9,81} = 1,44 \text{ м}$$

$h_{\kappa, \kappa}$ – кескин кенгайишда напор йўқолиши

$$h_{\kappa, \kappa} = \zeta_{\kappa, \kappa} \frac{v_3^2}{2g} = \left(\frac{\omega_3}{\omega_2} - 1 \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} = \left(\frac{d_3^2}{d_2^2} - 1 \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} = \left(\frac{0,12^2}{0,10^2} - 1 \right)^2 \frac{7^2}{2 \cdot 9,81} = 0,48 \text{ м.}$$

Энди қувурларнинг узунлиги бўйича йўқолган напорни аниқлаймиз:

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

1-кувур узунлиги бўйича йўқолган напор:

$$h_{l1} = \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \frac{v_1^2}{2g} = 0,03 \frac{10}{0,15} \frac{4,48^2}{2 \cdot 9,81} = 2,05 \text{ м.}$$

λ_1 – 1-кувурдаги гидравлик ишқаланиш коэффициентини,

А.Д.Альтшуль формуласи ёрдамида аниқлаймиз:

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

Рейнольдс сони қуйидагича аниқланади:

$$\text{Re} = \frac{v_1 d_1}{\nu} = \frac{4,48 \cdot 0,15}{0,0112 \cdot 10^{-4}} = 600000;$$

Демак, сув окимининг ҳаракати турбулент тартибдаги ҳаракат экан.

2-кувур узунлиги бўйича йўқолган напор:

$$h_{l2} = \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \frac{v_2^2}{2g} = 0,033 \frac{14}{0,10} \frac{10,08^2}{2 \cdot 9,81} = 23,93 \text{ м.}$$

λ_2 – 2-қувурдаги гидравлик ишқаланиш коэффициентини,
А.Д.Альтшуль формуласи ёрдамида аниқлаймиз:

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

Рейнольдс сони қуйидагича аниқланади:

$$\text{Re} = \frac{v_2 d_2}{\nu} = \frac{10,08 \cdot 0,1}{0,0112 \cdot 10^{-4}} = 900000$$

Демак, сув оқимининг ҳаракати турбулент тартибдаги ҳаракат экан.

3-қувур узунлиги бўйича йўқолган напор:

$$h_{f3} = \lambda_3 \frac{l_3}{d_3} \frac{v_3^2}{2g} = 0,0308 \frac{5}{0,12} \frac{1,77^2}{2 \cdot 9,81} = 0,204 \text{ м.}$$

λ_3 – 3-қувурдаги гидравлик ишқаланиш коэффициентини, А.Д.Альтшуль формуласи ёрдамида аниқлаймиз:

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

Рейнольдс сони қуйидагича аниқланади:

$$\text{Re} = \frac{v_3 d_3}{\nu} = \frac{1,77 \cdot 0,12}{0,0101} = 210297.$$

Демак, сув оқимининг ҳаракати турбулент тартибдаги ҳаракат экан.

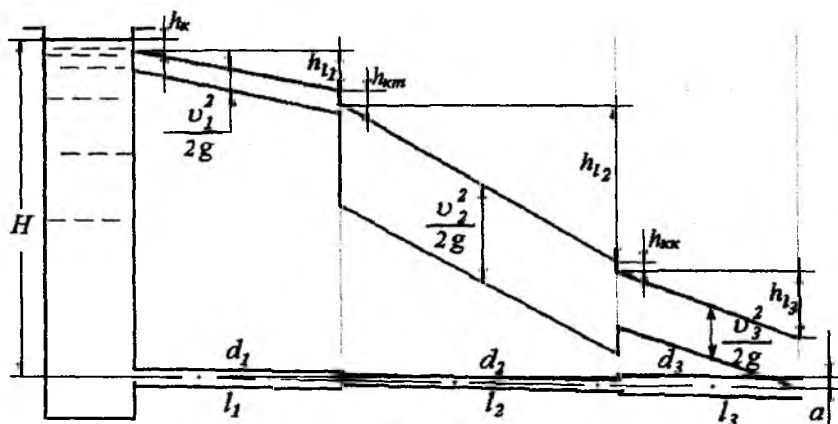
Аниқланган напор йўқолишлари асосида тўла напор чизигини ва тезлик напорлари асосида пьезометрик напор чизигини қураимиз.

Тўлиқ напор чизигини системанинг тугаш қисмидан бошлаб қура бошлаймиз:

- Дастлаб, 3-қувурдан чиқишдаги напор йўқолиши вертикал ҳолатда танланган масштабда қўйилади;
- Кейинги босқичда, 3-қувур бошланишига шу участкадаги (3-чиқиш) узунлик бўйича йўқолиш катталиги белгиланиб, у тугаган нуқтага, чиқишдаги напор йўқолиши баландлиги нуқтасидан чизик ўтказилади;
- Чизикнинг тугаш нуқтасига шу (3-қувур бошланиши) кесимдаги маҳаллий йўқолиш катталиги вертикал йўналишда қўйилади;
- Кейинги босқичда, 2-қувур бошланишига шу участкадаги (2-3) узунлик бўйича йўқолиш катталиги белгиланиб, у тугаган нуқтага, 3-участкадаги напор йўқолиши баландлиги нуқтасидан чизик ўтказилади;
- Чизикнинг тугаш нуқтасига шу (2-қувур бошланиши) кесимдаги маҳаллий йўқолиш катталиги вертикал йўналишда қўйилади;
- Кейинги босқичда, 2-қувур бошланишига шу участкадаги (1-2) узунлик бўйича йўқолиш катталиги белгиланиб, у тугаган нуқтага,

2-участкадаги напор йўқолиши баландлиги нуктасидан чизик ўтказилади;

- Чизикнинг тугаш нуктасига шу (1-кувур бошланиши – кувурлар системасига кириш) кесимдаги маҳаллий йўқолиш катталиги вертикал йўналишда қўйилади;
- Олинган H напор катталиги идишдаги суюқликнинг ҳақиқий напори дейилади;
- Пъеометрик напор ($P-P$) чизиги тўлиқ напор чизигидан тезлик напорларига тенг миқдорда пастда жойлашиб, унга параллел тарзда ўтказилади.



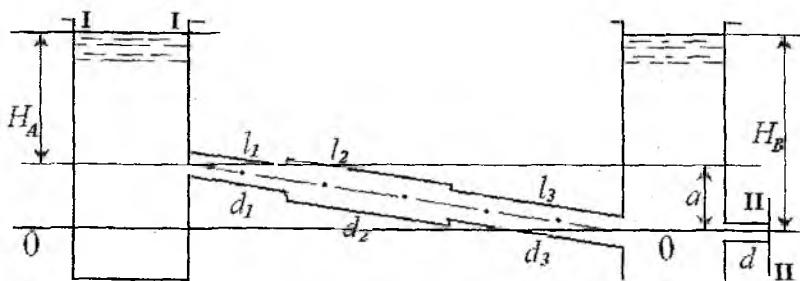
12.25-расм.

12.13-машқ

12.26-расмда кўрсатилган тармоқ учун 12.8-машқнинг «б» ва «в» саволларини гидравлик қаршиликларни ҳисобга олган ҳолда ечинг, трубопровод фойдаланилган пўлат кувурлардан тузилган, сарф эса қаршиликларни ҳисобга олмай топилган сарфга тенг деб қаралади.

Берилган:

$$\begin{aligned}
 H_B &= 1,3 \text{ м}, & a &= 0,5 \text{ м}, & l_1 &= 2 \text{ м}, & l_2 &= 4 \text{ м} \\
 l_3 &= 5 \text{ м}, & d_1 &= 100 \text{ мм}, & d_2 &= 150 \text{ мм}, & d_3 &= 120 \text{ мм} \\
 d &= 70 \text{ мм}, & Q &= 0,02 \text{ м}^3/\text{с}
 \end{aligned}$$



12.26-расм.

Ҳисоблаш тартиби:

Танланган икки кесим ораллигидаги реал суюқликлар оқими учун 0-0 таққослаш текислигига нисбатан бу кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзамиз:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

1-1 кесим учун:

$$z_1 = H_A + a$$

$$p_1 = p_{\text{атм}}$$

$$v_1 = 0$$

Бундан

2-2 кесим учун:

$$z_2 = 0$$

$$p_2 = p_{\text{атм}}$$

$$v_2 = v_{II}$$

$$H_A + a + \frac{p_{\text{атм}}}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_{\text{атм}}}{\gamma} + \frac{\alpha v_{II}^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

ёки

$$H_B = \frac{\alpha v_{II}^2}{2g} - a + h_{f(1-2)} = \frac{1 \cdot 5,05^2}{2 \cdot 9,81} - 0,5 + 1,64 = 2,44 \text{ м.}$$

бу ерда $h_{f(1-2)}$ – 1-1 ва 2-2 кесимлар ораллигида йўқолган напор

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

$\sum h_u$ – маҳаллий қаршилиқлар ҳисобига напор йўқолиши

$$\sum h_u = h_k + h_{\kappa\kappa} + h_{\kappa\text{м}} + h_q = 0,166 + 0,1 + 0,03 + 0,16 = 0,456 \text{ м.}$$

h_k – киришдаги напор йўқолиши

$$h_k = \zeta_k \frac{v_1^2}{2g} = 0,5 \frac{2,55^2}{2 \cdot 9,81} = 0,166 \text{ м}$$

$h_{\kappa\kappa}$ – кескин кенгайишда напор йўқолиши

$$h_{\kappa\kappa} = \zeta_{\kappa\kappa} \frac{v_2^2}{2g} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = \left(\frac{d_2^2}{d_1^2} - 1 \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = \left(\frac{0,15^2}{0,1^2} - 1 \right)^2 \frac{1,13^2}{2 \cdot 9,81} = 0,1 \text{ м}$$

$h_{\kappa.m}$ – кескин торайишда напор йўқолиши

$$h_{\kappa.m} = \zeta_{\kappa.m} \frac{v_3^2}{2g} = 0,5 \left(1 - \frac{\omega_2}{\omega_3} \right) \frac{v_3^2}{2g} = 0,5 \left(1 - \frac{d_3^2}{d_2^2} \right) \frac{v_3^2}{2g} = 0,5 \left(1 - \frac{0,12^2}{0,15^2} \right) \frac{1,77^2}{2 \cdot 9,81} = 0,03.m$$

h_q – чиқишда напор йўқолиши

$$h_q = \zeta_q \frac{v_3^2}{2g} = 1 \frac{1,77^2}{2 \cdot 9,81} = 0,16.m.$$

Энди қувурларнинг узунлиги бўйича йўқолган напорни аниқлаймиз:

$$\sum h_i = h_{i1} + h_{i2} + h_{i3} = 0,85 + 0,13 + 0,204 = 1,184.m.$$

1-қувур узунлиги бўйича йўқолган напор:

$$h_{i1} = \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \frac{v_1^2}{2g} = 0,032 \frac{8}{0,1} \frac{2,55^2}{2 \cdot 9,81} = 0,85.m.$$

λ_1 – 1-қувурдаги гидравлик ишқаланиш коэффициенти, А.Д.Альтшуль формуласи ёрдамида аниқлаймиз:

$$\lambda_1 = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d_1} + \frac{68}{Re_1} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,7}{100} + \frac{68}{252475} \right)^{0,25} = 0,032$$

Рейнольдс сони қуйидагича аниқланади:

$$Re = \frac{v_1 d_1}{\nu} = \frac{2,55 \cdot 0,1}{0,0101 \cdot 10^{-4}} = 252475$$

2-қувур узунлиги бўйича йўқолган напор:

$$h_{i2} = \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \frac{v_2^2}{2g} = 0,029 \frac{10}{0,15} \frac{1,13^2}{2 \cdot 9,81} = 0,13.m.$$

λ_2 – 2-қувурдаги гидравлик ишқаланиш коэффициенти, А.Д.Альтшуль формуласи ёрдамида аниқлаймиз:

$$\lambda_2 = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d_2} + \frac{68}{Re_2} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,7}{150} + \frac{68}{167821} \right)^{0,25} = 0,029$$

Рейнольдс сони қуйидагича аниқланади:

$$Re = \frac{v_2 d_2}{\nu} = \frac{1,13 \cdot 0,15}{0,0101 \cdot 10^{-4}} = 167821.$$

3-қувур узунлиги бўйича йўқолган напор:

$$h_{i3} = \lambda_3 \frac{l_3}{d_3} \frac{v_3^2}{2g} = 0,0308 \frac{5}{0,12} \frac{1,77^2}{2 \cdot 9,81} = 0,204.m.$$

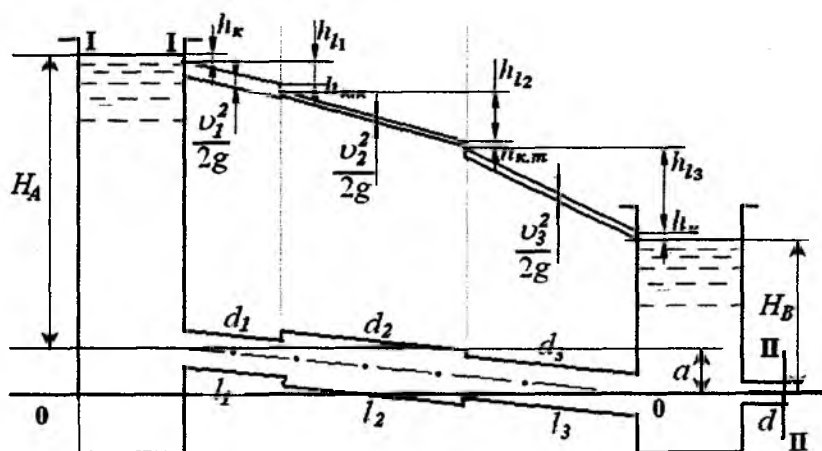
λ_3 – 3-қувурдаги гидравлик ишқаланиш коэффициенти, А.Д.Альтшуль формуласи ёрдамида аниқлаймиз:

$$\lambda_3 = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d_3} + \frac{68}{Re_3} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,7}{120} + \frac{68}{210297} \right)^{0,25} = 0,0308$$

Рейнольдс сони қуйидагича аниқланади:

$$Re = \frac{v_3 d_3}{\nu} = \frac{1,77 \cdot 0,12}{0,0101 \cdot 10^{-4}} = 210297.$$

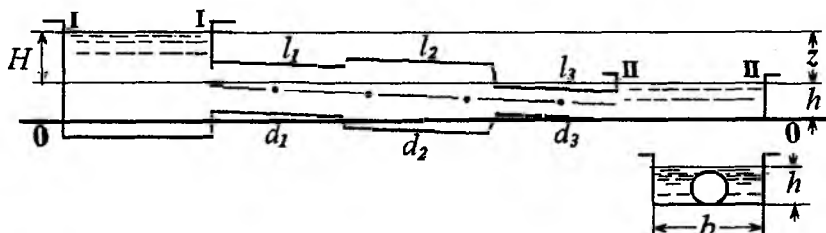
Аниқланган напор йўқолишлари асосида тўла напор чизигини ва тезлик напорлари асосида пьезометрик напор чизигини қурамиз.



12.27-расм.

12.14-машқ.

12.28-расмда кўрсатилган тармоқ учун 12.9-машқнинг «б» ва «в» саволларини гидравлик қаршиликларни ҳисобга олган ҳолда ечинг ва идишдаги сувнинг чуқурлиги H ни аниқланг, трубопровод фойдаланилган пўлат қувурлардан тузилган, сарф эса қаршиликларни ҳисобга олмай топилган сарфга тенг деб қаралади.



12.28-расм.

Берилган:

$$\begin{aligned} h &= 1,2 \text{ м}; & d_3 &= 0,36 \text{ м}; & l_3 &= 10 \text{ м}; & H &= 0,4 \text{ м}; \\ z &= 0,4 \text{ м}; & b &= 0,8 \text{ м}; & & & d_1 &= 500 \text{ мм}; \\ l_1 &= 15 \text{ м}; & d_2 &= 700 \text{ мм}; & l_2 &= 12 \text{ м}; & & \\ d_3 &= 300 \text{ мм}; & Q &= 0,81 \text{ м}^3/\text{с} & & & & \end{aligned}$$

Ҳисоблаш тартиби:

Танланган икки кесим оралиғидаги реал суюқликлар оқими учун 0-0 таққослаш текислигига нисбатан бу кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзамиз:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

1-1 кесим учун:

$$z_1 = H + h$$

$$p_1 = p_{\text{атм}}$$

$$v_1 = 0$$

2-2 кесим учун:

$$z_2 = h$$

$$p_1 = p_{\text{атм}}$$

$$v_1 = v_{\text{II}}$$

Бундан

$$H + h + \frac{p_{\text{атм}}}{\gamma} + 0 = h + \frac{p_{\text{атм}}}{\gamma} + \frac{\alpha v_{\text{II}}^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

ёки

$$H = \frac{\alpha v_{\text{II}}^2}{2g} + h_{f(1-2)} = \frac{1 \cdot 2,8^2}{2 \cdot 9,81} + 16,34 = 0,4 + 16,34 = 16,74 \text{ м}$$

бу ерда $h_{f(1-2)}$ – 1-1 ва 2-2 кесимлар оралиғида йўқолган напор

$$h_{f(1-2)} = \sum h_m + \sum h_l = 10,25 + 6,09 = 16,34 \text{ м.}$$

$\sum h_m$ – маҳаллий қаршилиқлар ҳисобига напор йўқолиши

$$\sum h_m = h_{\kappa} + h_{\kappa,\kappa} + h_{\kappa,m} + h_q = 0,43 + 0,2 + 2,8 + 6,82 = 10,25 \text{ м.}$$

h_{κ} – киришдаги напор йўқолиши

$$h_{\kappa} = \zeta_{\kappa} \frac{v_1^2}{2g} = 0,5 \frac{4,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,5 \cdot 0,86 = 0,43 \text{ м}$$

$h_{\kappa,\kappa}$ – кескин кенгайишда напор йўқолиши

$$h_{\kappa,\kappa} = \zeta_{\kappa,\kappa} \frac{v_2^2}{2g} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = \left(\frac{d_2^2}{d_1^2} - 1 \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = \left(\frac{0,7^2}{0,5^2} - 1 \right)^2 \frac{2,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,92 \cdot 0,22 = 0,2 \text{ м}$$

$h_{\kappa,m}$ – кескин торайишда напор йўқолиши

$$h_{\kappa,m} = \zeta_{\kappa,m} \frac{v_3^2}{2g} = 0,5 \left(1 - \frac{\omega_3}{\omega_2} \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} = 0,5 \left(1 - \frac{d_3^2}{d_2^2} \right)^2 \frac{v_3^2}{2g} = 0,5 \left(1 - \frac{0,3^2}{0,7^2} \right)^2 \frac{11,57^2}{2 \cdot 9,81} = 0,41 \cdot 6,82 = 2,8 \text{ м}$$

h_q – чиқишда напор йўқолиши

$$h_v = \zeta_v \frac{v_3^2}{2g} = 1 \frac{11,57^2}{2 \cdot 9,81} = 6,82 \text{ м.}$$

Энди қувурларнинг узунлиги бўйича йўқолган напорни аниқлаймиз:

$$\sum h_l = h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} = 0,55 + 0,08 + 5,46 = 6,09 \text{ м.}$$

1-қувур узунлиги бўйича йўқолган напор:

$$h_{l1} = \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \frac{v_1^2}{2g} = 0,0213 \frac{15}{0,5} \frac{4,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,55 \text{ м.}$$

λ_1 — 1-қувурдаги гидравлик ишқаланиш коэффициентини,
А.Д.Альтшуль формуласи ёрдамида аниқлаймиз:

$$\lambda_1 = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d_1} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,7}{500} \right)^{0,25} = 0,0213$$

Рейнольдс сони қуйидагича аниқланади:

$$Re = \frac{v_1 d_1}{\nu} = \frac{4,1 \cdot 0,5}{0,0101 \cdot 10^{-4}} = 2029703$$

2-қувур узунлиги бўйича йўқолган напор:

$$h_{l2} = \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \frac{v_2^2}{2g} = 0,02 \frac{12}{0,7} \frac{2,1^2}{2 \cdot 9,81} = \frac{1,0584}{13,734} = 0,08 \text{ м.}$$

λ_2 — 2-қувурдаги гидравлик ишқаланиш коэффициентини,
А.Д.Альтшуль формуласи ёрдамида аниқлаймиз:

$$\lambda_2 = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d_2} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,7}{700} \right)^{0,25} = 0,02$$

Рейнольдс сони қуйидагича аниқланади:

$$Re = \frac{v_2 d_2}{\nu} = \frac{2,1 \cdot 0,7}{0,0101 \cdot 10^{-4}} = 1455446$$

3-қувур узунлиги бўйича йўқолган напор:

$$h_{l3} = \lambda_3 \frac{l_3}{d_3} \frac{v_3^2}{2g} = 0,024 \frac{10}{0,3} \frac{11,57^2}{2 \cdot 9,81} = 5,46 \text{ м.}$$

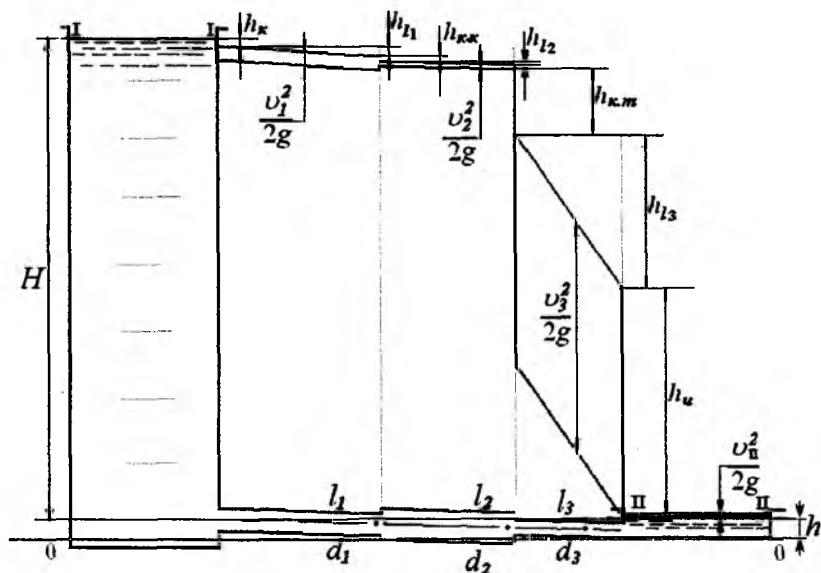
λ_3 — 3-қувурдаги гидравлик ишқаланиш коэффициентини,
А.Д.Альтшуль формуласи ёрдамида аниқлаймиз:

$$\lambda_3 = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d_3} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,7}{300} \right)^{0,25} = 0,024$$

Рейнольдс сони қуйидагича аниқланади:

$$Re = \frac{v_3 d_3}{\nu} = \frac{11,57 \cdot 0,3}{0,0101 \cdot 10^{-4}} = 3436633.$$

Аниқланган напор йўқолишлари асосида тўла напор чизигини ва тезлик напорлари асосида пьезометрик напор чизигини қураимиз.



12.29-расм.

12.15-машқ.

$Q=1\text{ м}^3/\text{с}$ сарфни ўтказиш учун темирбетон қувурли дюкернинг диаметри аниқлансин.

Берилган:

Юқори ва пастки каналлардаги сув сатҳларининг фарқи $z=2\text{ м}$;

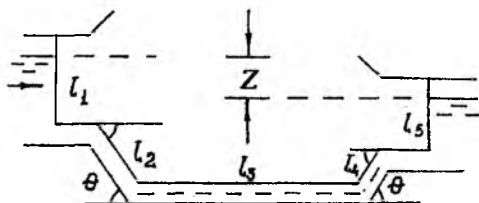
юқори каналдаги тезлик $v_o=1,3\text{ м/с}$;

пастки каналдаги тезлик $v_n=1,6\text{ м/с}$;

дюкернинг узунлиги $L=18\text{ м}$;

қувурларнинг бурилиш бурчаги. $\theta=45^\circ$, $l_1=0,08L$; $l_2=0,18L$; $l_3=0,5L$;

$l_4=0,14L$; $l_5=0,10L$. $t=18^\circ\text{C}$, $\Delta=1,5\text{ мм}$



12.30-расм.

Реал ҳолатдаги барқарор ҳаракатланаётган сув оқими учун Бернулли тенгламасини қўлланиш қондасига асосан, берилган дюкернинг пастки бьефи сув сатҳи бўйича горизонтал йўналишда 0-0 таққослаш текислигини ўтказиб, системага кириш ва чиқиш соҳасида оқим ҳаракатига қўндаланг тарзда 1-1 ва 2-2 кесимлар танлаймиз (қаранг расм). Танланган икки кесим оралигида ҳаракатланаётган реал суюқликлар учун горизонтал 0-0 таққослаш текислигига нисбатан Бернулли тенгламасини ёзамиз:

$$z_{ю} + \frac{p_{ю}}{\gamma} + \frac{\alpha v_{ю}^2}{2g} = z_n + \frac{p_n}{\gamma} + \frac{\alpha v_n^2}{2g} + h_{f(ю-n)}$$

Тенгламанинг ҳадларини ёзамиз:

1-1 кесим учун:

$$z_{ю} = z$$

$$p_{ю} = p_{atm}$$

$$v_{ю} = v_{ю}$$

Бундан,

2-2 кесим учун:

$$z_n = 0$$

$$p_n = p_{atm}$$

$$v_n = v_n$$

$$z + \frac{p_{atm}}{\gamma} + \frac{\alpha v_{ю}^2}{2g} = 0 + \frac{p_{atm}}{\gamma} + \frac{\alpha v_n^2}{2g} + h_{f(ю-n)}$$

$$h_{f(ю-n)} = z + \frac{\alpha v_{ю}^2}{2g} - \frac{\alpha v_n^2}{2g}$$

Ҳадларнинг сон қийматларини қўйсақ,

$$h_{f(ю-n)} = 2 + \frac{1 \cdot 1,3^2}{2 \cdot 9,81} - \frac{1 \cdot 1,6^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$2 + 0,086 - 0,13 = h_{f(ю-n)}$$

$$1,956 м = h_{f(ю-n)}$$

бу ерда $h_{f(ю-n)}$ – ю-ю ва n-n кесимлар оралигида йўқолган напор;

$$h_{f(ю-n)} = \sum h_{\mu} + h_l$$

$\sum h_{\mu}$ – маҳаллий қаршиликлар ҳисобига напор йўқолиши;

$$\begin{aligned} \sum h_{\mu} &= h_{cent} + h_{кл} + 4h_{\sigma}^{45^\circ} + h_{\eta} = \zeta_{cent} \frac{v_o^2}{2g} + \zeta_{кл} \frac{v_o^2}{2g} + 4\zeta_{\sigma}^{45^\circ} \frac{v_o^2}{2g} + \zeta_{\eta} \frac{v_o^2}{2g} = \\ &= \left(\zeta_{cent} + \zeta_{кл} + 4\zeta_{\sigma}^{45^\circ} + \zeta_{\eta} \right) \frac{v_o^2}{2g} = \zeta_{\mu} \frac{v_o^2}{2g} = 12,28 \frac{v_o^2}{2g} \end{aligned}$$

бу ерда, h_{cent} – дюкерга киришда сеткада йўқолган напор;

$h_{кл}$ – клапанда йўқолган напор;

$h_0^{45^\circ}$ – бурилишда йўқолган напор;

h_v – чиқишда йўқолган напор;

$\zeta_{сст.} + \zeta_{кл.} = 10$, $\zeta_0^{45^\circ} = 0,32$, $\zeta_v = 1$ – маҳаллий қаршилик коэффициентлари;

h_l – узунлик бўйича йўқолган напорни Дарси-Вейсбах формуласига асосан аниқлашимиз мумкин:

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

λ – дюкердаги гидравлик ишқаланиш коэффициенти бўлиб сув оқимининг турбулент тартибдаги ҳаракати учун, А.Д.Альтшуль формуласи ёрдамида аниқлаймиз:

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

Рейнольдс сони қуйидагича аниқланади:

$$Re = \frac{vd}{\nu}.$$

Демак,

$$h_{f(ю-n)} = \zeta_{сст.} \frac{v_0^2}{2g} + \lambda \frac{l}{d} \frac{v_0^2}{2g} = \left(12,28 + \lambda \frac{l}{d} \right) \frac{v_0^2}{2g} = \zeta_{сст.} \frac{v_0^2}{2g}$$

бу ерда $\zeta_{сст.}$ – системадаги напор йўқолиши коэффициентлари бундан

$$1,956 м = h_{f(ю-n)}$$

$$1,956 м = \zeta_{сст.} \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow v_k = \frac{1}{\sqrt{\zeta_{сст.}}} \sqrt{2g \cdot 1,956 м}$$

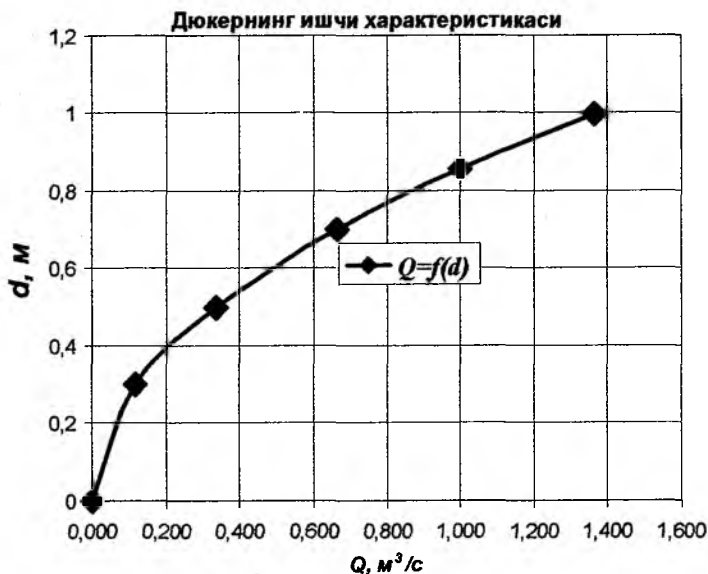
$$\frac{1}{\sqrt{\zeta_{сст.}}} = \mu \text{ белгилаш киритсак, сарфни ҳисоблаш формуласидан}$$

$$Q = \mu \omega \sqrt{2g \cdot 1,956 м}.$$

Дюкер диаметрини танлаш усулида аниқлаймиз. Бунда дюкер диаметрига 3 тадан кам бўлмаган қиймат бериб, ундан ўтаётган сарфни ҳисоблаймиз. Ҳисобни жадвалда олиб борамиз.

12.2-жадвал

$d, м$	$\omega, м^2$	$v, м/с$	Re	λ	$\zeta_{сст.}$	μ	$Q, м^3/с$
0,3	0,071	42,46	12017786	0,0293	14,036	0,267	0,117
0,5	0,196	15,29	7210672	0,0258	13,208	0,275	0,335
0,7	0,385	7,80	5150480	0,0237	12,890	0,279	0,664
1	0,785	3,82	3605336	0,0217	12,671	0,281	1,366



12.31-расм.

$Q=f(d)$ графигидан $Q=1\text{ м}^3/\text{с}$ га мос келадиган дюкер диаметри $d=0,85\text{ м}$ аниқланади.

12.16-машқ.

Қуйдагилар берилганда: $Q=0,3\text{ м}^3/\text{с}$ сарфни ўтказиш учун сифоннинг пайвандланган пўлат қувири диаметри аниқлансин:

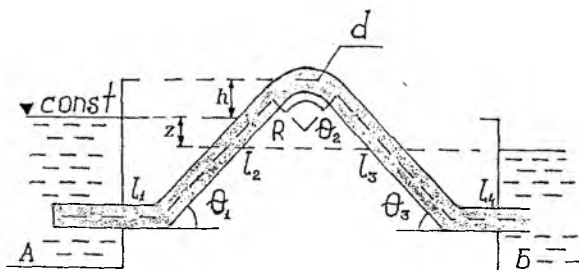
A ва B сув ҳавзаларининг фарқи $z=1\text{ м}$;

Сифон қувири ўқининг A ҳавзадаги сув сатҳидан қўтарилиши $h=2\text{ м}$;

Сифон қувирининг узунлиги $L=15\text{ м}$;

$l_1=0,1L$; $l_2=0,4L$; $l_3=0,1L$; $t=12^\circ\text{C}$, $\Delta=1,6\text{ мм}$

Қувурнинг бурилиш бурчаги – $\theta_1=\theta_3=60^\circ$; $\theta_2=90^\circ$; $\frac{d}{2R}=0,7$.



12.32-расм.

Ҳисоблаш тартиби:

Танланган икки кесим оралиғидаги реал суюқликлар оқими учун 0-0 такқослаш текислигига нисбатан бу кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзамиз:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

1-1 кесим учун:

2-2 кесим учун:

$$z_1 = z$$

$$z_2 = 0$$

$$p_1 = p_{atm}$$

$$p_2 = p_{atm}$$

$$v_1 = 0$$

$$v_2 = 0$$

Бундан

$$z + \frac{p_{atm}}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_{atm}}{\gamma} + 0 + h_{f(1-2)}$$

$$z = h_{f(1-2)}$$

бу ерда $h_{f(1-2)}$ — 1-1 ва 2-2 кесимлар оралиғида йўқолган напор

$$h_{f(1-2)} = \sum h_m + h_l$$

$\sum h_m$ — маҳаллий қаршиликлар ҳисобига напор йўқолиши

$$\sum h_m = h_{сет.} + h_{кл.} + 2h_{\sigma}^{60^\circ} + h_{\sigma}^{90^\circ} + h_u = \left(\zeta_{сет.} + \zeta_{кл.} + 2\zeta_{\sigma}^{60^\circ} + \zeta_{\sigma}^{90^\circ} + \zeta_u \right) \frac{v_{сиф.}^2}{2g} =$$

$$= (10 + 2 \cdot 0,56 + 1,01 + 1) \frac{v_{сиф.}^2}{2g} = 13,13 \frac{v_{сиф.}^2}{2g}$$

бу ерда, $h_{сет.}$ — сифонга киришда сеткада йўқолган напор

$h_{кл.}$ — клапанда йўқолган напор

$h_{\sigma}^{60^\circ}$ — 60° кескин бурилишда йўқолган напор

$h_{\sigma}^{90^\circ}$ — 90° силлик бурилишда йўқолган напор

h_v – чиқишда йўқолган напор

$\zeta_{\text{сет.}} + \zeta_{\text{кл.}} = 10$, $\zeta_{\delta}^{60^\circ} = 0,56$, $\zeta_{\delta}^{90^\circ} = 1,01$, $\zeta_v = 1$ – маҳаллий қаршилиқ коэффициентлари

$$\zeta_{\delta}^{90^\circ} = 0,124 + 3,1 \left(\frac{d}{2R} \right)^{3,5} = 0,124 + 3,1(0,7)^{3,5} = 1,01$$

h_l – узунлик бўйича йўқолган напор

$$h_l = \lambda \frac{l}{d} \frac{v_{\text{сиф.}}^2}{2g}$$

λ – сифондаги гидравлик ишқаланиш коэффициентини, А.Д.Альтшуль формуласи ёрдамида аниқлаймиз:

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

Рейнольдс сони қуйидагича аниқланади:

$$\text{Re} = \frac{vd}{\nu}$$

Демак,

$$h_{f(1-2)} = \left(\zeta_{\text{сиф.}} + \lambda \frac{l}{d} \right) \frac{v_{\text{сиф.}}^2}{2g} = \zeta_{\text{сист}} \frac{v_{\text{сиф.}}^2}{2g}$$

бу ерда $\zeta_{\text{сист}}$ – системадаги напор йўқолиши коэффициентлари бундан

$$z = h_{f(10-n)}$$

$$z = \zeta_{\text{сист}} \frac{v_{\text{сиф.}}^2}{2g} \Rightarrow v_{\text{сиф.}} = \frac{1}{\sqrt{\zeta_{\text{сист}}}} \sqrt{2gz}$$

$\frac{1}{\sqrt{\zeta_{\text{сист}}}} = \mu$ белгилаш киритсак, сарфни ҳисоблаш формуласидан

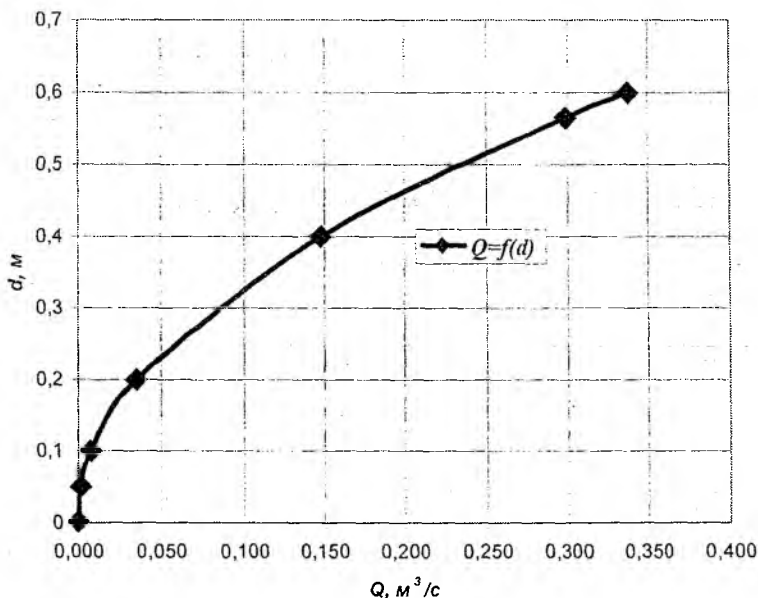
$$Q = \mu \omega_{\text{сиф.}} \sqrt{2gz}$$

Сифон диаметрини танлаш усулида аниқлаймиз. Бунда сифон диаметрига 3 тадан кам бўлмаган қиймат бериб, ундан ўтаётган сарфни ҳисоблаймиз. Ҳисобни жадвалда олиб борамиз.

12.3-жадвал

$d, \text{ м}$	$\omega, \text{ м}^2$	$v, \text{ м/с}$	Re	λ	$\zeta_{\text{сист}}$	μ	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$
0,05	0,0020	1019,11	41093076	0,0465	27,087	0,192	0,002
0,1	0,0079	254,78	20546538	0,0391	18,999	0,229	0,008
0,2	0,0314	63,69	10273269	0,0329	15,598	0,253	0,035
0,4	0,1256	15,92	5136634	0,0277	14,168	0,266	0,148
0,6	0,2826	7,08	3424423	0,0250	13,756	0,270	0,338

Сифоннинг ишчи характеристикаси

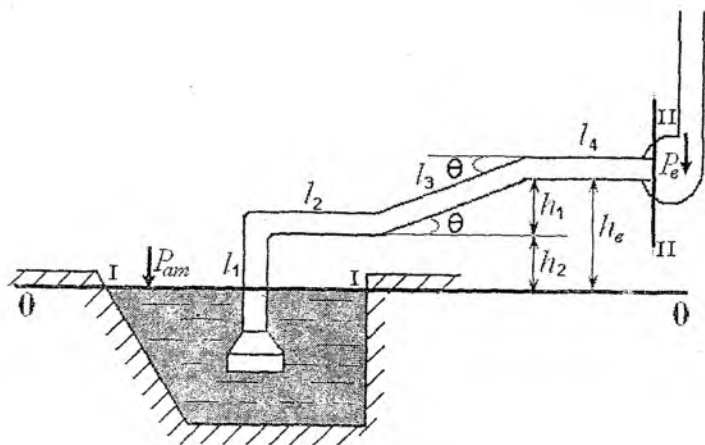


12.33-расм.

$Q=f(d)$ графигидан $Q=0,3 \text{ м}^3/\text{с}$ сув сарфига мос келадиган сифон диаметри $d=0,565 \text{ м}$.

12.17-машқ

Куйидагилар берилганда марказдан кочма насос чўян сўрувчи кувурининг диаметри аниқлансин (2-чизма): насос унумдорлиги $Q=50 \text{ л/с}$; сўришнинг геометрик баландлиги $h_e=4,2 \text{ м}$; Насосга киришдаги босим $P_e=0,4 \text{ кгк/см}^2$; сўрувчи кувур узунлиги $l=25 \text{ м}$; $l_1=l_2=l_3=l_4=0,25 \text{ м}$; $h_1=2,0 \text{ м}$; $h_2=2,2 \text{ м}$; $\nabla=0,9 \text{ мм}$, $t=12^\circ \text{ С}$, кувурнинг бурилиш бурчаги $\theta=30^\circ$.



12.34-расм.

Ҳисоблаш тартиби:

Танланган икки кесим оралиғидаги реал суюқликлар оқими учун 0-0 таққослаш текислиғига нисбатан бу кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзамиз:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

1-1 кесим учун:

$$z_1 = 0$$

$$p_1 = p_{atm}$$

$$v_1 = 0$$

Бундан

2-2 кесим учун:

$$z_2 = h_e$$

$$p_2 = p_e$$

$$v_2 = v_{II}$$

$$0 + \frac{p_{atm}}{\gamma} + 0 = h_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{\alpha v_{II}^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

$$\frac{p_{atm}}{\gamma} = h_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{\alpha v_{II}^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

$$\frac{10000}{1000} = 4,2 + \frac{4000}{1000} + \frac{\alpha v_{II}^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

$$10 - 4,2 - 4 = \frac{\alpha v_{II}^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

$$1,8 \cdot M = \frac{\alpha v_{II}^2}{2g} + h_{f(1-2)}$$

бу ерда: $v_{II} = v_n$ – II кесимдаги, яъни насоснинг сўрувчи қувиридаги ўртача тезлик

$h_{f(1-2)}$ – 1-1 ва 2-2 кесимлар оралиғида йўқолган напор

$$h_{f(1-2)} = \sum h_m + h_l$$

$\sum h_m$ – маҳаллий қаршиликлар ҳисобига напор йўқолиши

$$\begin{aligned} \sum h_m &= h_{\text{сет.}} + h_{\text{кл.}} + h_{\delta}^{90^\circ} + 2h_{\delta}^{30^\circ} + h_{\eta} = \left(\zeta_{\text{сет.}} + \zeta_{\text{кл.}} + \zeta_{\delta}^{90^\circ} + 2\zeta_{\delta}^{30^\circ} + \zeta_{\eta} \right) \frac{v_n^2}{2g} = \\ &= \zeta_{\Sigma} \frac{v_n^2}{2g} = 12,3 \frac{v_n^2}{2g} \end{aligned}$$

бу ерда, $h_{\text{сет.}}$ – дюкergа киришда сеткада йўқолган напор

$h_{\text{кл.}}$ – клапанда йўқолган напор

$h_{\delta}^{30^\circ}$ – 30° кескин бурилишда йўқолган напор

$h_{\delta}^{90^\circ}$ – 90° кескин бурилишда йўқолган напор

h_{η} – чиқишда йўқолган напор

$\zeta_{\text{сет.}} + \zeta_{\text{кл.}} = 10$, $\zeta_{\delta}^{30^\circ} = 0,2$, $\zeta_{\delta}^{90^\circ} = 1,10$, $\zeta_{\eta} = 1$ – маҳаллий қаршилик коэффициентлари

h_l – узунлик бўйича йўқолган напор

$$h_l = \lambda \frac{l}{d} \frac{v_n^2}{2g}$$

λ – насос сўрувчи қувиридаги гидравлик ишқаланиш коэффициентини, А.Д.Альтшуль формуласи ёрдамида аниқлаймиз:

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

Рейнольдс сони қуйидагича аниқланади:

$$\text{Re} = \frac{v d}{\nu}$$

Демак,

$$h_{f(1-2)} = \left(\zeta_{\Sigma} + \lambda \frac{l}{d} \right) \frac{v_n^2}{2g} = \zeta_{\text{сист.}} \frac{v_n^2}{2g}$$

бу ерда $\zeta_{\text{сист.}}$ – системадаги напор йўқолиши коэффициентлари, бундан

$$1,8 = \frac{\alpha v_n^2}{2g} + \zeta_{\text{сист.}} \frac{v_n^2}{2g}$$

$$1,8 = (\alpha + \zeta_{\text{сист.}}) \frac{v_n^2}{2g} \Rightarrow v = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_{\text{сист.}}}} \sqrt{1,8 \cdot 2g}$$

$\frac{1}{\sqrt{1+\zeta_{\text{сум}}}} = \mu$ – белгилаш киритсак, сарфни ҳисоблаш формуласидан

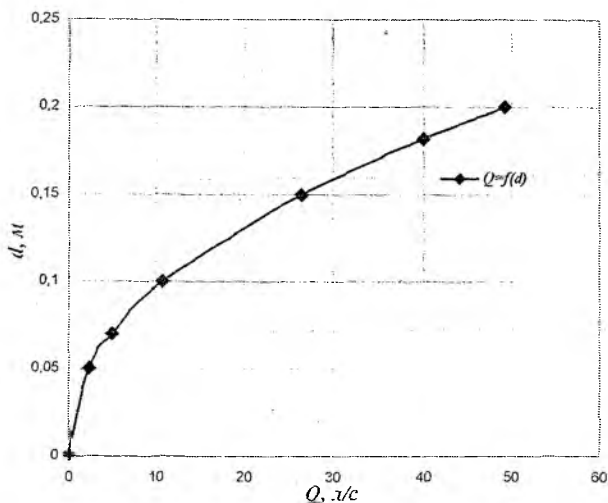
$$Q = \mu \omega_n \sqrt{1,8 \cdot 2g}.$$

Насос сўрувчи кувурининг диаметрини танлаш усулида аниқлаймиз. Бунда насос сўрувчи кувурининг диаметрига 3 тадан кам бўлмаган қиймат бериб, ундан ўтаётган сарфни ҳисоблаймиз. Ҳисобни жадвалда олиб борамиз.

12.4-жадвал

$d, \text{ м}$	$\omega, \text{ м}^2$	$v, \text{ м/с}$	Re	λ	$\zeta_{\text{сум}}$	μ	$Q, \text{ л/с}$
0,05	0,00196	20,38	821861,52	0,0403	32,469	0,175	2,157
0,07	0,00385	10,40	587043,94	0,0371	25,559	0,198	4,766
0,1	0,00785	5,10	410930,76	0,0340	20,809	0,219	10,780
0,15	0,01766	2,26	273953,84	0,0309	17,454	0,239	26,483
0,2	0,03140	1,27	205465,38	0,0290	15,925	0,251	49,289

Насос сўрувчи кувурининг ишчи
характеристикаси



12.35-расм.

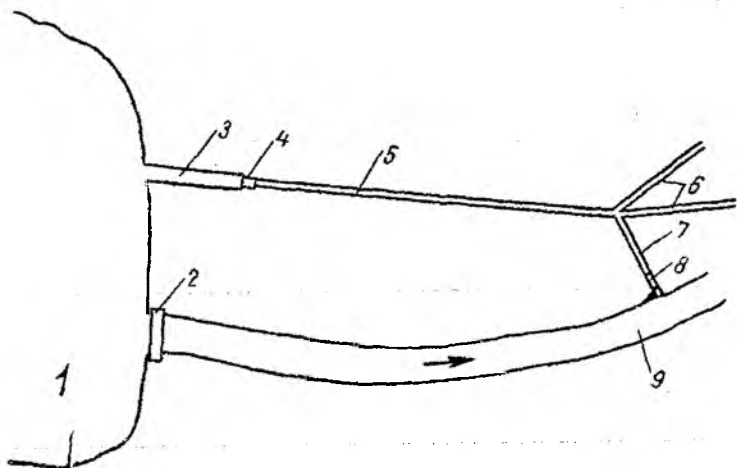
$Q=f(d)$ графигидан $Q=40.7 \text{ л/с}$ сув сарфига мос келадиган насос сўрувчи кувурининг диаметри $d=180 \text{ мм}$.

КУРС ЛОЙИХАСИНИ БАЖАРИШГА ДОИР КЎРСАТМАЛАР

Курс лойиҳасини бажаришдан асосий мақсад — талабада гидравлик ҳисобларни бажаришда назарий билимларни амалда қўллай билиш, махсус ва ўқув адабиётлардан фойдалана билиш қўникмаларини шакллантириш, канал ва иншоот қисмлари бўйича аниқ гидравлик ҳисобларни бажаришда мукаммал қарашларни шакллантиришдир.

Сув омборида тўғон қурилган, сув келтирувчи канал тубининг нишаблиги горизонтал, охирида магистрал каналнинг тугаш қисмида бошқарув иншооти мавжуд. Магистрал канал сувни тақсимловчи каналларга етказиб беради. Магистрал каналдаги ташлама сарфини ва оқизикларни чиқариш учун шу каналдан ташлама канал мавжуд.

Қуйидаги маълумотларга асосланиб, бу иншоотларни гидравлик лойиҳалаштириш.



12.36-расм.

Иншоотлар бўғини — $P-1$ ва $P-2$ тақсимлашларни бошқарувчи магистрал каналнинг беркитувчи иншооти ўтказувчи қўринишда қурилган сув ўтказгичдан иборат. Курс лойиҳасига бериладиган топшириқда эса иншоот ва каналлар бўғини бўйича зарур маълумотлар берилган.

Ишнинг таркиби 3 та бўлимни бажаришдан иборат:

1. Оқимнинг текис ва нотекис ҳаракатдаги канал ҳисоби.
2. Иншоотлар бўғини ҳисоби.
3. Бьефларни туташтириш ҳисоби.

1. Оқимнинг текис ва нотекис ҳаракати

А – Сув оқимининг текис ҳаракати

1.1. Канал ишчи характеристикасининг графигини чизиш.

Каналнинг ишчи характеристикаси деб, сув сарфининг чуқурликка нисбатан ўзгариш графигига айтилади. $Q = f(h)$. Бу графикни чизиш учун чуқурликка ихтиёрий қийматлар берилиб, бу чуқурликка мос келувчи сарф катталиги оқимнинг текис барқарор ҳаракати асосий тенгламасидан фойдаланиб ҳисобланади. $Q = f(h)$ графиги эгри чизик кўринишида бўлганлиги сабабли, (h) чуқурликка энг камида учта қиймат берилади. Ҳисоблаш жадвал кўринишида олиб борилади. Уни тузишда қуйидаги жалвалдан фойдаланилади.

12.5-жадвал

№	Ҳисоблаш формулалари	Ўлчов бирликлари	Берилган катталиклар				Изох
1	h	м	h_1	h_2	h_3	...	
2	mh	м	...	...	...	...	$m = \dots$
3	$b + mh$	м	...	...	...	...	$b = \dots$
4	$\omega = (b + mh)h$	м ²	...	...	...	...	
5	$h(2\sqrt{1+m^2})$	м	...	...	...	...	$2\sqrt{1+m^2} = \dots$
6	$\chi = b + h(2\sqrt{1+m^2})$	м	...	...	...	...	
7	$R = \omega : \chi$	м	...	...	...	...	
8	$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$	м ^{0.5} /с	...	...	...	...	- Маннинг формуласи
9	$Q = \omega C \sqrt{Ri}$	м ³ /с	...	...	...	...	

$$Q = \omega C \sqrt{Ri}$$

бунда $\omega = (b + mh)h$ – ҳаракатдаги кесим юзаси,

b, m – канал кенглиги ва қиялик коэффициентни

C – Шези коэффициентни: $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ (Маннинг формуласи) ёки

Н.Н.Павловский формуласи бўйича:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}, \text{ м}^{0.5}/\text{сек}$$

бунда

$$y = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0.10)$$

($R < 1$ м бўлганда $y \approx 1.5\sqrt{n}$, $R > 1$ м бўлганда $y \approx 1.3\sqrt{n}$).

ёки И.И. Агроскин формуласи бўйича:

$$C = \frac{1}{n} + 17.72 \lg R, \text{ м}^{0.5}/\text{сек}$$

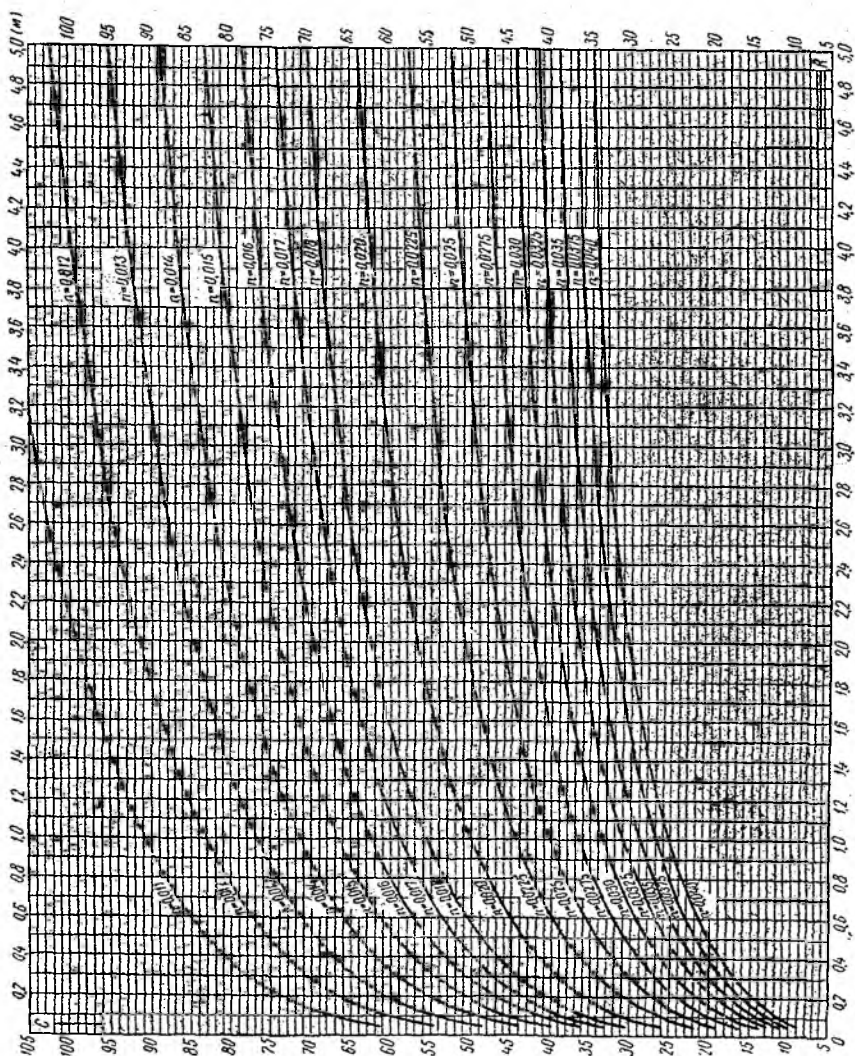
Шези коэффициенти C ни куйидаги Маннинг формуласи асосида тузилган жадвал ёки Н.Н. Павловский махсус графиги ёрдамида ҳам аниқлаш мумкин:

Маннинг формуласига асосан аниқланган Шези коэффициенти,

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}, \frac{M^{0,5}}{сек}$$

12.6-жадвал

R, m	n									
	0,011	0,013	0,014	0,017	0,020	0,025	0,030	0,035	0,045	0,050
0,30	74,38	62,94	58,44	48,13	40,91	32,73	27,27	23,38	18,18	16,36
0,32	75,19	63,62	59,07	48,65	41,35	33,08	27,57	23,63	18,38	16,54
0,34	75,95	64,26	59,67	49,14	41,77	33,42	27,85	23,87	18,57	16,71
0,36	76,68	64,88	60,25	49,61	42,17	33,74	28,11	24,10	18,74	16,87
0,38	77,37	65,47	60,79	50,06	42,55	34,04	28,37	24,32	18,91	17,02
0,40	78,03	66,03	61,31	50,49	42,92	34,33	28,61	24,52	19,07	17,17
0,42	78,67	66,57	61,81	50,90	43,27	34,62	28,85	24,73	19,23	17,31
0,44	79,28	67,09	62,29	51,30	43,61	34,88	29,07	24,92	19,38	17,44
0,46	79,87	67,58	62,76	51,68	43,93	35,14	29,29	25,10	19,52	17,57
0,48	80,44	68,07	63,20	52,05	44,24	35,39	29,50	25,28	19,66	17,70
0,50	80,99	68,53	63,64	52,41	44,54	35,64	29,70	25,45	19,80	17,82
0,55	82,29	69,63	64,65	53,24	45,26	36,21	30,17	25,86	20,11	18,10
0,60	83,49	70,65	65,60	54,02	45,92	36,74	30,61	26,24	20,41	18,37
0,65	84,61	71,59	66,48	54,75	46,54	37,23	31,02	26,59	20,68	18,61
0,70	85,66	72,48	67,31	55,43	47,11	37,69	31,41	26,92	20,94	18,85
0,75	86,65	73,32	68,08	56,07	47,66	38,13	31,77	27,23	21,18	19,06
0,80	87,59	74,11	68,82	56,68	48,17	38,54	32,12	27,53	21,41	19,27
0,85	88,48	74,87	69,52	57,25	48,66	38,93	32,44	27,81	21,63	19,47
0,90	89,33	75,58	70,19	57,80	49,13	39,30	32,75	28,07	21,84	19,65
0,95	90,14	76,27	70,82	58,32	49,57	39,66	33,05	28,33	22,03	19,83
1,00	90,91	76,92	71,43	58,82	50,00	40,00	33,33	28,57	22,22	20,00
1,10	92,36	78,15	72,57	59,77	50,80	40,64	33,87	29,03	22,58	20,32
1,20	93,71	79,30	73,63	60,64	51,54	41,23	34,36	29,45	22,91	20,62
1,30	94,97	80,36	74,62	61,45	52,23	41,79	34,82	29,85	23,22	20,89
1,40	96,15	81,36	75,55	62,22	52,88	42,31	35,26	30,22	23,50	21,15
1,50	97,26	82,30	76,42	62,94	53,50	42,80	35,66	30,57	23,78	21,40
1,60	98,32	83,19	77,25	63,62	54,07	43,26	36,05	30,90	24,03	21,63
1,70	99,32	84,04	78,03	64,26	54,62	43,70	36,42	31,21	24,28	21,85
1,80	100,27	84,84	78,78	64,88	55,15	44,12	36,76	31,51	24,51	22,06
1,90	101,17	85,61	79,49	65,47	55,65	44,52	37,10	31,80	24,73	22,26
2,00	102,04	86,34	80,18	66,03	56,12	44,90	37,42	32,07	24,94	22,45
2,20	103,68	87,73	81,46	67,08	57,02	45,62	38,01	32,58	25,34	22,81
2,40	105,19	89,01	82,65	68,06	57,85	46,28	38,57	33,06	25,71	23,14
2,60	106,60	90,20	83,76	68,98	58,63	46,91	39,09	33,50	26,06	23,45
2,80	107,93	91,32	84,80	69,84	59,36	47,49	39,57	33,92	26,38	23,74
3,00	109,18	92,38	85,78	70,64	60,05	48,04	40,03	34,31	26,69	24,02
3,50	112,02	94,78	88,01	72,48	61,61	49,29	41,07	35,21	27,38	24,64
4,00	114,54	96,92	89,99	74,11	63,00	50,40	42,00	36,00	28,00	25,20
4,50	116,81	98,84	91,78	75,58	64,24	51,40	42,83	36,71	28,55	25,70
5,00	118,88	100,59	93,40	76,92	65,38	52,31	43,59	37,36	29,06	26,15



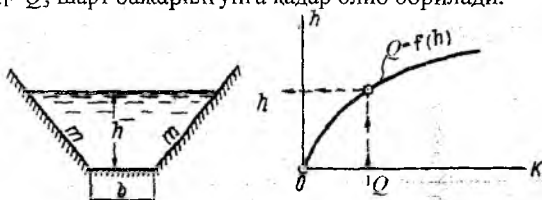
12.37-расм. Н.Н. Павловский махсус графиги

$R = \frac{\omega}{\chi}$ – гидравлик радиус;

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

i – канал туби қиялиги. Жадвал натижаларига асосан $Q = f(h)$ графиги чизилади.

Эслатма: h чуқурлик қийматини шундай танлаш керакки, у $Q = 0,4Q_{\text{мк}}$ шартга жавоб бериши керак. Шу сабабли, ҳисоблаш $Q_1 < 0,4Q_{\text{Т-1}} < Q_3$ ёки $Q_1 > 0,4Q_{\text{Т-1}} > Q_3$ шарт бажарилгунга қадар олиб борилади. Юқоридаги ҳисоблашларга асосан $Q = f(h)$ графиги қурилиб, бу графикдан берилган сарфга мос келувчи чуқурлик h_0 қиймати танланади



12.38-расм. $Q = f(h)$ графиги

Ҳисоб-китобларнинг тўғрилиги текис ҳаракат тенгламаси $Q_{\text{Т-1}} = \omega C \sqrt{Ri}$ га асосан текширилади.

1.2. Т-2 канал ҳаракатдаги кесимининг геометрик ўлчамларини аниқлаш

Берилган маълумотларга асосан Т-2 тақсимлаш канали кўндаланг кесимининг шакли трапециодал ёки парабола бўлиши мумкин.

Парабола шаклидаги каналнинг кўндаланг кесими шакли қуйидаги ифода орқали берилади:

$$x^\alpha = ay$$

бунда α – парабола кўрсаткичи

a – парабола параметри

Каналнинг ҳаракатдаги кесим ўлчамларини аниқлашда Р.М.Каримов усулидан фойдаланилади (қаранг, Д.Р.Бозоров ва бошқалар. Гидравлика, Билим, 2003й. 206-224 бб.) ва ҳисоб-китоб қуйидаги кетма-кетликда бажарилади.

$$1. \frac{1}{2\pi} \frac{Q_n}{\sqrt{i}} = 0,159 \frac{Q_n}{\sqrt{i}} \text{ параметри ҳисобланади.}$$

2. Гидравлика ўқув қўлланмасининг 7-3-жадвали (184-185 бетлар)дан фойдаланиб, ҳисобланган $0,159 \frac{Q_n}{\sqrt{i}}$ параметрга мос R_0 ва $v_0 \frac{n}{\sqrt{i}}$ параметрлар қийматлари топилади.

R_0	$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{i}}$	$\nu_0 \frac{n}{\sqrt{i}}$
K_1	K_2	K_3

Бу параметрлардан фойдаланилиб, ν_0 қиймати топилади.

$$\nu_0 = K_3 \frac{\sqrt{i}}{n}$$

3. Параболанинг берилган α кўрсаткичи ва a параметри қийматларидан фойдаланилиб, берилган қийматларида R_0 орқали $\frac{a^{\frac{1}{\alpha-1}}}{R_0}$ катталиги ёзиб олинади.

4. Гидравлика ўқув қўлланмасининг 7-10-жадвали (210-224 бетлар)дан фойдаланиб, α ва $\frac{a^{\frac{1}{\alpha-1}}}{R_0}$ катталиклар бўйича қуйидаги катталиклар ёзиб олинади.

β	$\bar{\chi}$	$\frac{h_0}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{a^{\frac{1}{\alpha-1}}}{R_0}$
K_4	K_5	K_6	K_7	K_8

$$\frac{a^{\frac{1}{\alpha-1}}}{R_0} = K_8 \text{ катталикка асосан:}$$

- оқимнинг нормал чуқурлиги, h_0 , м

$$h_0 = K_6 R_0$$

- оқимнинг ҳаракатдаги кесимининг сатҳ бўйича кенглиги – B , м

$$B = K_7 R_0$$

5. Нисбий ҳўлланганлик периметр $\bar{\chi}$ қийматига асосан қўлланманинг 190-191 бетлари, 7.4-жадвалига асосан каналнинг қуйидаги параметрларини ҳисоблаймиз

$\bar{\chi}$	$\frac{R}{R_0}$	$\frac{v}{v_0}$	$\frac{\omega}{R_0^2}$	$\frac{\chi}{R_0}$
K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}

Жадвалга асосан:

Гидравлик радиус – $R = K_{10} R_0$;

Окимнинг ўртача тезлиги – $v = K_{11} v_0$

Ҳаракатдаги кесим юзаси – $\omega = K_{12} R_0^2$

Ўлланганлик периметри – $\chi = K_{13} R_0$

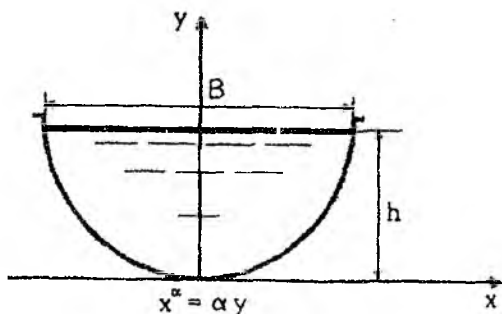
Ҳисоб-китобларнинг тўғрилиги $\left(\frac{B}{2}\right)^\alpha = ah_0$ шартига ёки текис

ҳаракат тенгламаси $Q_{T-2} = \omega C \sqrt{Ri}$ га асосан текширилади.

5. Каналнинг кўндаланг кесими берилган $x^a = ay$ тенгламага асосан чизилади.

12.10-жадвал

x				
y				



12.39-расм.

Парабола шаклидаги каналнинг кўндаланг кесими.

Агар Т-2 тақсимлаш каналининг кўндаланг кесими трапециодал бўлса, у ҳолда қўшимча шарт сифатида гидравлик радиус R ёки сувни ўртача тезлиги v ёки каналнинг нисбий кенглиги β берилади.

Т-2 таксимлаш каналнинг ҳаракатдаги кесим ўлчамлари қуйидаги тартибида аниқланади:

а) Q , m , n , i , R берилган.

B ва h ни аниқлаш керак.

Ҳисоблаш:

$$1. \omega = \frac{Qn}{\sqrt{i}R^{2/3}}, \quad (C = \frac{1}{n}R^{1/6} \text{ бўлганда, } Q = \omega C \sqrt{Ri} = \frac{\omega R^{2/3} \cdot \sqrt{i}}{n}).$$

$$2. M = 2\sqrt{1+m^2} - m \text{ деб белгилаб, } h = \frac{\omega}{2MR} \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{4MR^2}{\omega}} \right).$$

3. $b = \frac{\omega}{h} - mh$ – топилган b нинг қиймати ва қурилиш нормаларига мос стандарт қийматларгача b_{cm} яхлитланади.

b_{cm} : 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0 м ва хоказо ҳар 1 м дан.

б) Берилган Q , m , n , i , ν .

Топиш керак $b = ?$ $h = ?$

Ҳисоблаш:

$$1. \omega = \frac{Q}{\nu},$$

$$2. R = \left(\frac{\nu n}{\sqrt{i}} \right)^{3/2}, \quad C = \frac{1}{n}R^{1/6} \text{ бўлганда } \nu = C \sqrt{Ri} = \frac{R^{2/3} \sqrt{i}}{n},$$

$$3. h = \frac{\omega}{2MR} \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{4MR^2}{\omega}} \right),$$

$$4. b = \frac{\omega}{h} - mh \rightarrow b_{cm}$$

в) Берилган Q , m , n , i , β .

Топиш керак: $b = ?$ $h = ?$

$$1. R = \left(\frac{Qn}{\sqrt{i} \left(\frac{\beta + m}{\beta + 2\sqrt{1+m^2}} \right)^2} \right)^{3/2},$$

$$2. \omega = R^2 \left(\frac{\beta + 2\sqrt{1+m^2}}{\beta + m} \right),$$

$$3. h = \sqrt{\frac{\omega}{\beta + m}},$$

$$4. b = \beta h \rightarrow b_{cm} \text{ ва } h = b_{cm} / \beta \text{ аниқланади.}$$

1.3. Магистрал каналнинг ювилмас кесими учун нишаблиги ва ҳаракатдаги кесими ўлчамларини аниқлаш

А) $v_0 = v_{\text{хис}}$ – «Курилиш меъёрлари ва қондалари» (ҚМК) 2.06.03-97 га асосан гидравлик радиус $R = 1$ м бўлганда, оқимнинг ювмайдиган ўртача тезлиги (v_0 , м/с) нинг қийматлари

12.11-жадвал

Грунт тури	Ўртача тезликлар, м/с
А. Қумли тупроқлар учун	
1. Майда қум	0,45-0,50
2. Ўртача қатталиқдаги қум	0,50-0,60
3. Йирик қатталиқдаги қум	0,60-0,75
4. Шағал	0,75-0,90
Б. Гил тупроқ	0,45-0,75

Берилган $Q_{\text{ик}}$, грунт тури (C ёки $d_{\text{гр}}$), $v = v_{\text{ю}}$

Топиш керак: b , m , n , i , h .

а) ҚМК 2.06.03-97 бўйича лойихалаш.

1. Сув сарфининг қиймати ва грунт турига қараб ғадир-будурлик коэффиценти n қуйидаги жадваллардан аникланади.

12.12 (а)-жадвал

Курилиш меъёрлари ва қондалари (100-бет) ҚМК 2.06.3-97

1.7-илова

Каналларнинг ва дарё ўзанларнинг ғадир-будирлик коэффиценти

Каналда сувнинг сарфи, м ³ /с	Грунтли суғориш каналларининг “ n ” ғадир-будирлик коэффиценти	
	Ёпишқок ва қумлик замин тупроқда	Шағал-қум аралашмалари ва шағал, асоси тупроқ бўлганда
25 дан юқори	0,0200	0,0225
1-25	0,0225	0,0250
1 дан кам	0,0250	
Доимий шаҳобча каналлари, нотекис ҳаракатли вақтма-вақт (нотекис ишлайдиган) доимий ишлайдиган каналлар шаҳобчаси	0.0275	

Суғоришлар	0,0300
Эслатма:	
1. Суғориш каналлари учун белгиланган ғадир-будирлик коэффициентининг аҳамиятига нисбатан сув йиғувчи – сув ташлагич каналлар учун ғадир-будирлик коэффициентининг аҳамияти 10 % га оширилади ва жадвалда кўрсатилган аҳамиятга келтириб, қабул қилинади	
2. Мавсумий равишда бажариладиган каналлар учун ва каналнинг кўндаланг кесими ишлар ҳажмини охирига етказишга боғлиқликда ғадир-будирлик коэффициентининг аҳамияти 10-20% га оширилиб қабул қилинади	

12.13 (б)-жадвал

Канал ўзан сиртининг характеристикаси (хусусияти)	Скал грунтли каналларнинг “n” ғадир-будирлик коэффициенти
Яхши ишлаб чиқарилган ер сирти (ер юзаси)	0,0200-0,0250
Ўртача текис ишланган сирт	0,0300-0,0350
Ўртача нотекис ишланган сирт	0,0400-0,0450

12.13 (в)-жадвал

Қопламалар	Қопламали каналларнинг “n” ғадир-будирлик коэффициенти
Бетонли яхши ишланган	0,012-0,014
Бетонли сифатсиз	0,015-0,017
Йиғма темир бетон тарновлар	0,012-0,015
Асфальт-битум қопламалар	0,013-0,016
Чимлантирилган ўзан	0,030-0,035

Қурилиш меъёрлари ва қоидалари (101-бет)
ҚМҚ 2.06.3-97

12.13 (з)-жадвал

Ўзанинг характеристикаси	Табиий ўзанларнинг “н” ғадир- будирлик коэффициенти	Ўзанинг характеристикаси	Табиий ўзанларнинг “н” ғадир- будирлик коэффициенти
Табиий ўзанда оқимнинг лойқали шароитда тоза, илосланмаган эркин оқиши	0,025-0,033	Дарёлар бўлимлари ўсимлик билан копланган, секин оқимли ва чуқур ювилган жойлари билан	0,050-0,080
“-” тош билан ҳам	0,030-0,040	Дарёларнинг бўлимлари ботқоқлик турдаги ўсимликлар билан копланган	0,075-0,150
Даврий ўзгаручан оқим (катта ва кичик), сирти ва шакли яхши ҳолатда	0,033	Катта ва кичик дарёлар ўсимлик билан копланган (ўтлар ва буталар)	0,050
Тупрокли курук катта жарликлар нормал шароитда	0,040	Пастки сохилни калин ўсимлик босган, секин оқим билан ва чуқур ювилиш билан	0,080
Ўзгарувчан оқим ўзанлари (маълум вақтда ишлайдиган), тошқин даврида кўп микдорда чўкиндиларни келтирувчи, яъни йирик шағалтош ёки ўсимлик билан копланганларни.	0,050	Пастки сохилни калин ўсимлик босган, секин оқим билан ва чуқур ювилиш билан эгри ўзанли оқим, катта сув таркалиш билан (айланма оқимлар)	0,100

Ўзанинг характеристикаси	Табиий Ўзанларнинг “n” гадир- будирлик коэффициенти	Ўзанинг характеристикаси	Табиий Ўзанларнинг “n” гадир- будирлик коэффициенти
Ўзгарувчан оқимлар ўта ифлосланган ва эгри			
Тоза эгри ўзан, ювилишлик даражаси паст бўлган, катта чуқурликлар билан	0,033-0,045	Ўрмонли қайирлар, махаллий чуқурликлар билан	0,133
Шунинг ўзи, фақат қисман ўсимлик қопланган ва тошлар билан	0,035-0,050	Епик қайирлар, бутунлай ўсимлик билан қопланган (ўрмонликлар)	0,200

2. Каналнинг қиялик коэффициенти m қийматини гурунт турига қараб 7.14-жадвал (қаранг, Д.Р.Бозоров, ва бошқалар, Гидравлика, Билим, Т. 2003 й. 229-бет)дан ёзиб оламиз.

3. Гиршкан формуласига асосан каналнинг тубининг кенглигини аниқлаймиз:

$$b_r = AQ^x$$

Агар $Q < 1,5 \text{ м}^3/\text{сек}$ бўлса, у ҳолда, $A = 1,4$; $x = 0,85$,

Агар $Q = (1,5 \dots 50)$, у ҳолда $A = 1,5$; $x = 2/3$,

Агар $Q > 50 \text{ м}^3/\text{с}$ бўлса, у ҳолда $A = 1,3$; $x = 2/3$,

b_r катталиқ қиймати стандарт b_{cm} қийматга яхлитланади.

b_{cm} : 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0 ва
хоказо ҳар 1 м дан.

3. Д.Р.Бозоров, ва бошқалар. Гидравлика, Билим, Т. 2003 й. қўлланмасининг 7.11-жадвали 227-бетидан берилган гурунт заррачаларининг ўртача диаметри учун (d_{yp}) йўл қўйиладиган ювмас тезлик қийматлари ($v_{\text{ю}}$), оқим чуқурлиги (h)нинг бир неча қийматлари учун ёзиб олинади ёки гурунтнинг ҳисобий солиштирма ёпишқоқлигига қараб, йўл қўйиладиган ювмас тезлик қийматлари ($v_{\text{ю}}$), оқим чуқурлиги (h)нинг бир неча қийматлари учун 12.8-жадвалдан олинади.

12.14 (а)-жадвал

Йирик, тупроксимон ва қум грунтлар учун йўл қўйиладиган оқимнинг
ўртача ювмас тезликлари

Грунт заррачасининг ўртача катталиги d_{yp} , мм	Оқимнинг ўртача чуқурлиги (м) учун йўл қўйиладиган ювмас v_0 ўртача тезликлар, (м/с)			
	$h = 0,5 \text{ м}$	$h = 1,0 \text{ м}$	$h = 3,0 \text{ м}$	$h = 5,0 \text{ м}$
А. Йирик ва қум заррачали грунтлар				
0,25	0,37	0,39	0,41	0,45
0,37	0,38	0,41	0,46	0,48
0,5	0,41	0,44	0,5	0,52
0,75	0,47	0,51	0,57	0,59
1,0	0,51	0,55	0,62	0,65
2,0	0,64	0,7	0,79	0,83
2,5	0,69	0,75	0,86	0,90
3,0	0,73	0,8	0,91	0,96
5,0	0,87	0,96	1,10	1,17
10,0	1,1	1,23	1,42	1,51
15,0	1,26	1,42	1,65	1,76
20,0	1,37	1,55	1,84	1,96
25,0	1,48	1,65	1,98	2,12
30,0	1,56	1,76	2,10	2,26
40,0	1,68	1,93	2,32	2,50
75,0	2,01	2,35	2,89	3,14
100,0	2,15	2,54	3,14	3,46
150,0	2,35	2,84	3,62	3,96
200,0	2,47	3,03	3,92	4,31
300,0	2,9	3,32	4,4	4,94

12.14 (б)-жадвал

Грунтнинг ҳисобий солиштирма ёпишқоклиги «С», Па	Оқимнинг ўртача чуқурлиги (м) учун йўл қўйиладиган ювмас v_0 ўртача тезликлар, (м/с)			
	$h = 0,5 \text{ м}$	$h = 1,0 \text{ м}$	$h = 3,0 \text{ м}$	$h = 5,0 \text{ м}$
Б. Тупроксимон грунтлар				
0,005	0,39	0,43	0,49	0,52
0,01	0,44	0,48	0,55	0,58
0,02	0,52	0,57	0,65	0,69
0,03	0,59	0,64	0,74	0,78
0,04	0,65	0,71	0,81	0,86

Грунтнинг ҳисобий солиштирма ёпишқоклиги «С», Па	Окимнинг ўртача чуқурлиги (м) учун йўл қўйиладиган ювмас v_0 ўртача тезликлар, (м/с)			
	$h = 0,5 \text{ м}$	$h = 1,0 \text{ м}$	$h = 3,0 \text{ м}$	$h = 5,0 \text{ м}$
0,05	0,71	0,77	0,89	0,98
0,075	0,83	0,91	1,04	1,10
0,10	0,96	1,04	1,20	1,27
0,125	1,03	1,13	1,30	1,37
0,15	1,13	1,23	1,41	1,49
0,175	1,21	1,33	1,52	1,60
0,20	1,28	1,40	1,60	1,69
0,225	1,36	1,48	1,70	1,80
0,25	1,42	1,55	1,78	1,88
0,30	1,54	1,69	1,94	2,04
0,35	1,67	1,83	2,09	2,21
0,40	1,79	1,96	2,25	2,38
0,45	1,88	2,06	2,35	2,49
0,50	1,99	2,17	2,50	2,63
0,60	2,16	2,38	2,72	2,88

Изоҳ: Грунтнинг ўртача диаметри ўрта ўлчанган усулда қуйидаги формула ёрдамида

аникланади: $d_{\text{сп}} = \frac{\sum d_i p_i}{\sum p_i}$, бунда d_i , p_i - заррачалар диаметри ва оғирлик бўйича

микдори

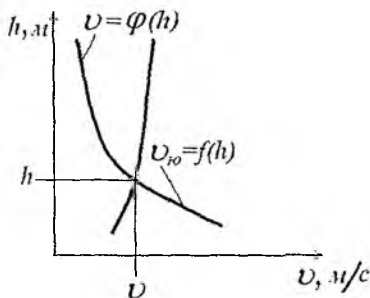
4. $h = 0,5; 1,0; 3,0; 5,0 \text{ м}$, бўлганда $v = \frac{Q}{\omega}$ формулага асосан окимнинг ўртача тезлиги аникланади (b_{cm} ва m бўйича юқорида қабул килинган). Ҳисобларни жадвал кўринишида ёзамиз:

12.15-жадвал

$h, \text{ м}$	$h = 0,5 \text{ м}$	$h = 1,0 \text{ м}$	$h = 3,0 \text{ м}$	$h = 5,0 \text{ м}$
$v_0, \text{ м/сек}$				
$\omega, \text{ м}^2$				
$v, \text{ м/сек}$				

$$\omega = (b_{cm} + mh)h; \quad v = \frac{Q}{\omega}.$$

5. Бу жадвалга асосланиб иккита график чизамиз $v_{ю} = f(h)$ ва $v = \varphi(h)$.



12.40-расм.

$v_{ю} = f(h)$ ва $v = \varphi(h)$ функциялар графиклари

Бу эгри чизикларнинг кесишиш нуктаси $v = v_{кис}$ га мос келади, яъни магистрал каналдаги тезлик йўл қўйиладиган ювмас тезликка тенг, чуқурлик эса магистрал каналдаги текис ҳаракатга мос келадиган $h_0^{юк}$ нормал чуқурлик.

Графикда v ва $h_0^{юк}$ нинг қийматларини олиб, каналнинг канал туби нишаблигини $i = \frac{v^2}{C^2 R}$ бўйича аниқлаш мумкин.

Бунда C – Шези коэффиценти, R – гидравлик радиус,
 $\omega = (b_{cm} + mh_0^{юк})h_0^{юк}$ ($h_0^{юк}$ ни графикдан оламиз)

$$\chi = b_{cm} + 2h_0^{юк} \sqrt{1 + m^2}$$

$$R = \frac{\omega}{\chi}, C = \frac{1}{n} R^{1/6} \text{ (ёки } C = \frac{1}{n} R^n \text{)}.$$

б) Черкасов формуласига асосан лойиҳалаш.

Лойиҳани техник кўрсаткич (ТК)га асосан бажаришда йўл қўйиладиган ювмас тезлик Черкасов формуласига асосан аниқланади:

$$v_{ю} = v_0 R^{1/3}$$

бунда v_0 – гидравлик радиуснинг $R=1$ м қиймати учун грунт турига боғлиқ бўлган энг катта ювмас тезлик (12.11-жадвал).

1. Берилган сув сарфи ва грунт турига қараб қўлланмадандан қуйидагиларни ёзиб оламиз:

v_0 – энг катта ювмайдиган тезлик (12.11-жадвал)

n – ғадир-будирлик коэффиценти (12.12-жадвал).

m – канал кирғоғининг қиялик коэффиценти, ушбу қўлланманинг “Илова” қисми, IX. б-жадвал. 727 бет.

2. Канал тубининг кенглиги Гиршкан формуласи бўйича аниқланиб, энг яқин бўлган стандарт қийматга яхлитланади: $b_T = A Q^x$

3. Сув оқими чуқурлиги h_0^{mk} ва канал туби нишаблигини i ни аниқлашда иккита номаълумли иккита тенгламадан иборат системани ёзишимиз мумкин:

$$\begin{cases} Q = \omega C \sqrt{Ri} \\ Q = \omega v = \omega v_0 R^{1/3} \end{cases} \quad (1)$$

$$(2)$$

Агар Шези коэффиценти C Маннинг формуласи $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ бўйича аниқланса, у ҳолда (1) тенгламани қуйидагича ёза оламиз.

$$Q = \omega C \sqrt{Ri} = \frac{\omega R^{2/3} \sqrt{i}}{n} \quad (3)$$

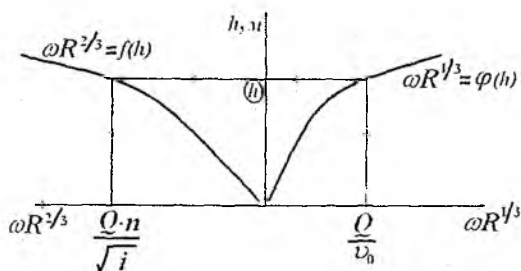
(2) ва (3) тенгламаларни ёзиб,

$$\begin{cases} \frac{Qn}{\sqrt{i}} = \omega R^{2/3} \\ \frac{Q}{v_0} = \omega R^{1/3} \end{cases}$$

тенгламаларнинг ўнг томони сув чуқурлигига боғлиқ эканлигини кўрамиз. h_0^{mk} ни аниқлаш учун бир неча қиймат бериб кўрамиз, ҳисоблашни жадвал кўринишида олиб борамиз:

12.16-жадвал

$h, \text{ м}$	$\omega, \text{ м}^2$	$\chi, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$R^{1/3}$	$R^{2/3}$	$\omega R^{1/3}$	$\omega R^{2/3}$



12.41-расм.

$\omega R^{2/3} = f(h)$ ва $\omega R^{1/3} = \varphi(h)$ функциялар графиклари

Хисоблашда ҳар иккала функция чизиги эгри чизик бўлганлиги сабабли, чуқурликка камида учта қиймат берилиб, $\omega_1 \cdot R_3^{\frac{1}{3}} < \frac{Q}{v_0} < \omega_3 \cdot R_3^{\frac{1}{3}}$

ёки $\omega_1 \cdot R_3^{\frac{1}{3}} > \frac{Q}{v_0} > \omega_3 \cdot R_3^{\frac{1}{3}}$ шарт бажарилгунга қадар олиб борилади.

Жадвалдаги қийматлар асосида $\omega R^{2/3} = f(h)$ ва $\omega R^{1/3} = \varphi(h)$ графикларни чизиб, оқим чуқурлиги (h) га мос $\frac{Qn}{\sqrt{i}}$ параметрининг қийматини топамиз.

4. $\frac{Qn}{\sqrt{i}} = A$ қийматида фойдаланиб, канал туби қиялигини $i = \left| \frac{Qn}{A} \right|^2$ хисоблаймиз.

1.4. Канални лойка босишга текшириш

Каналларнинг юқорида даражада мустаҳкамлигини таъминлаш учун тезликнинг шундай қийматини аниқлаш керакки, бунда канал ўзани ювилмаслиги ва лойка босиб қолиш ҳолати бўлмаслиги керак, яъни

$$v_{ю} < v < v_{л.б}$$

$v_{ю}$ — оқим параметрлари ва каналнинг лойиҳа кўрсаткичига асосан, рухсат этилган ювмас тезлик;

$v_{л.б}$ — оқим параметрлари ва каналнинг лойиҳа кўрсаткичига асосан, рухсат этилган лойка босмайдиган тезлик.

Бизга гидравлика курсидан маълумки, тезликнинг жуда катта қийматларида $v < v_{ю}$, каналнинг туби ва қияликлари ювилади (жумладан, бетон қопламали каналлар ҳам), жуда кичик тезликларда эса ($v < v_{л.б}$) каналга чуқиндилар чуқиб, ўзани аста-секин лойка босиб қолиши мумкин. Лойка босиш нафакат грунт қопламали каналларда, балки бетон каналларда ҳам содир бўлади.

Магистрал канални лойиҳалашда дастлаб каналнинг ювилмаслик $v = v_{ю}$ шартлари қўйилган. Шунинг учун, курс лойиҳасини бажаришда магистрал канални ювилишга хисоблашнинг ҳолати йўқ, канални лойка босишга текшириш эса кўпинча тажрибаларга асосланиб олинган эмпирик формулалар орқали бажарилади:

а) Замарин формуласи бўйича

$$v_{л.б} = \sqrt[3]{\frac{A^3}{n^2} R^{1/3}}$$

бунда $A = 0,0127 \sqrt{\rho^2 W_0 W}$ — ўлчамли коэффицент,

ρ — оқимнинг лойкалиги, ($\text{кг}/\text{м}^3$),

$\bar{W}$ – лойка заррачаларининг гидравлик катталиги (мм/с),

агар $\bar{W} \geq 2$ мм/с бўлса, $W_0 = \bar{W}$;

агар $\bar{W} < 2$ мм/с бўлса, $W_0 = 2$;

n – ғадир-будурлик коэффициенти;

$R = \frac{\omega}{\chi}$ – гидравлик радиус.

$v_{\text{д.б}}$ йўл қўйилиши мумкин бўлган лойка босмайдиган тезликни
Замарин формуласи бўйича аниқлаб, уни каналдаги ўртача тезлик қиймати
билан таққослаб кўрамиз, яъни $v_{\text{д.б}} > v$, бунда $v = \frac{Q_{\text{м.к.}}}{\omega_{\text{м.к.}}}$, м/с.

Агар $v_{\text{д.б}} > v$ бўлса, канални лойка босади, агар $v_{\text{д.б}} < v$ бўлса, у
ҳолда канални лойка босмайди.

б) Абальянц формуласи асосан:

$$v_{\text{д.б}} = 0,382 \sqrt{\rho \bar{W} R} \quad (3)$$

бунда ρ – окимнинг лойкалиги;

$\bar{W}$ – лойканинг ўртача гидравлик катталиги;

R – гидравлик радиус.

Б. Сув окимининг нотекис харакати

1.5. Бахметов усулида канал сирти (юзаси) эгрилигини чизиш ва унинг узунлигини аниқлаш

Канал ўзанида сув окими нотекис харакатланиши асосий шартига
асосан, чуқурлик гоҳ ошиб, гоҳида камайиши, оким эркин сирти эгри
чизигининг ўзгариши билан намоён бўлиши бизга маълум. Биринчи
ҳолатда бу чизик кўтарилувчи эгри сирт чизиги деб номланиб, иккинчи
ҳолатда пасаяувчи эгри сирт чизиги дейилади (қаранг, Д.Р.Бозоров,
Р.К.Каримов, Ж.С.Казбеков, С.Қ.Хидиров, Гидравлика, Билим, Т. 2003 й.
263-289-бетлар).

Ушбу курс лойихасида фақат окимнинг цилиндрик (призматик, яъни
 $\frac{d\omega}{dl} = 0$), ва тўғри нишабни ($i > 0$) ўзанлардаги харакати учун сатх
эгрилигини куриш билан шуғулланамиз.

Магистрал каналда тўсувчи иншоатлар мавжуд бўлса, иншоат
олдида нотекис харакат ҳосил бўлади. Гидравлик ҳисобнинг асосий
вазифаси тўсувчи иншоат олдида берилган чуқурликда эркин сирт
эгрилигини кўринишини аниқлаш ва куришдан иборат, бунда магистрал

каналда қурилган тўсувчи иншоот олдидаги чуқурликни берилган деб ҳисоблаб, $h_{\text{берил}} = (1,15 \dots 1,20) h_0^{\text{МК}}$ га тенг деб қабул қилинади.

Мазкур топшириқда проф. Б.А.Бахметов усулини қўллашни тавсия қиламиз. Айтиб ўтиш жоизки, проф. Б.А.Бахметов тенгламасидаги эркин сирт эгрилигини ҳисоби ҳисобий бўлакнинг узунлигига боғлиқ, узунлик қанчалик қисқа бўлса, ҳисоб шунчалик аниқроқ бўлади.

Ҳисоблаш тартиби

1. Магистрал каналда эркин сирт кўриниши ва ўзига хос томонларини аниқлаш.

Эркин сирт эгрилигининг кўриниши ва унинг характерини аниқлаш учун критик чуқурлик ва критик нишабликни аниқлаш талаб қилинади.

I. Критик чуқурликни аниқлаш.

1-усул. Кесимнинг солиштирма энергияси тенгламасидан фойдаланиб критик чуқурликни аниқлаш.

$$\mathcal{E} = h + \frac{\alpha v^2}{2g}$$

ёки

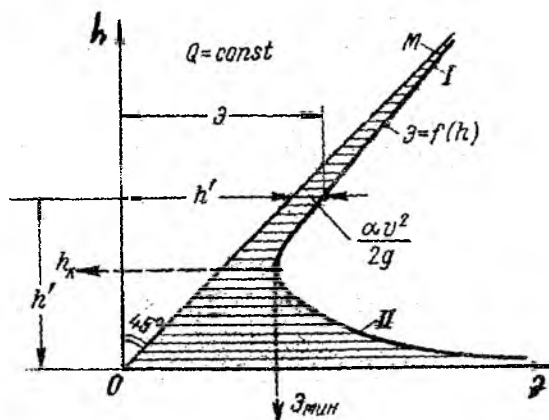
$$\mathcal{E} = h + \frac{\alpha Q_{\text{МК}}^2}{2g\omega^2}$$

Бунда чуқурликка ихтиёрий кийматлар бериб, $\mathcal{E} = f(h)$ графиги курилади. Бу графикдан кесим солиштирма энергияси $\mathcal{E}$ нинг энг кичик ($\mathcal{E}_{\text{мин}}$) кийматига мос келувчи чуқурлик *критик чуқурлик* деб аталади ва h_k харфи билан белгиланади.

Ҳисобларни жадвал кўринишида олиб борамиз:

12.17-жадвал

$h, \text{ м}$	$\omega, \text{ м}^2$	$v, \text{ м/с}$	$\frac{\alpha v^2}{2g}, \text{ м}$	$\mathcal{E} = h + \frac{\alpha v^2}{2g}$



12.42-расм. Кесимнинг Э солиштирма энергияси графиги. Критик чуқурликни аниқлаш.

2-усул. Оқимнинг критик ҳолати тенгламаси ёрдамида критик чуқурликни аниқлаш:

$$\frac{\alpha Q_{\text{МК}}^2}{g} = \frac{\omega_{\text{КР}}^3}{B_{\text{КР}}}$$

Тенглама танлаб олиш усули ёрдамида ҳисобланади, чуқурликка ихтиёрий қийматлар берилиб, $\frac{\omega^3}{B}$ қиймати топилади, бунда $\omega = (b + mh)h$ — ҳаракатдаги кесим юзаси, $B = b + 2mh$ — берилган чуқурликда оқим ҳаракатдаги кесимининг сатҳ бўйича кенглиги.

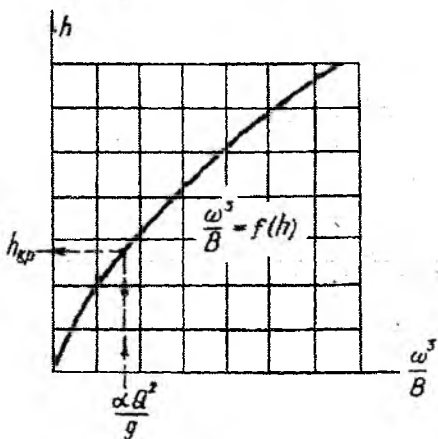
12.18-жадвал

$h,$ (м)	$\omega,$ (м ²)	$\omega^3,$ (м ⁶)	$B,$ (м)	$\frac{\omega^3}{B},$ (м ⁵)	$\frac{\alpha Q_{\text{МК}}^2}{g},$ (м ⁵)

Ҳисоблашда функция чизиғи эгрилик бўлганлиги сабабли, чуқурликка камида учта қиймат берилиб, ҳисоблаш жараёни

$$\left(\frac{\omega_1^3}{B_1} \right) < \frac{\alpha Q^2}{g} < \left(\frac{\omega_n^3}{B_n} \right) \text{ ёки } \left(\frac{\omega_1^3}{B_1} \right) > \frac{\alpha Q^2}{g} > \left(\frac{\omega_n^3}{B_n} \right)$$

шартлардан бири бажарилгунча давом этади. Жадвал асосида $\frac{\omega^3}{B} = f(h)$ графиги чизилади. Оқимнинг критик ҳолати шартдан келиб чиқиб, графикнинг абсцисса ўқидан $\frac{\alpha Q^2}{g}$ ни қўйиб $h_{кр}$ қийматини топамиз.



12.43-расм.

Критик чуқурликни аниқлаш графиги.

3-усул. Л.А.Машкович ва И.И.Агроскин усулларидан фойдаланиш мумкин:

$$h_{кр} = \kappa h_{кр.m}$$

Тенгламадан фойдаланиб трапециодал каналлар учун критик чуқурликни қуйидагича топамиз:

$$1. h_{кр.m} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q_{ик}^2}{b^2 g}} - \text{туғри тўртбурчак шаклдаги ўзан учун критик чуқурлик}$$

И.И.Агроскин формуласига асосан

$$\kappa = 1 - \frac{\sigma_n}{3} + 0,105 \sigma_n^2$$

$$2. \sigma_n = \frac{m h_{кр.m}}{b}, \text{ бунда } m \text{ ва } b - \text{магистрал канал элементлари}$$

Ҳисобланган σ_n га асосан, Гидравлика қўлланмасининг 258-бет, 8.15-расмда келтирилган Л.А.Машкович графигидан “ κ ” коэффициенти қиймати аниқланади.

II. Критик нишаблик аниқлаш.

Критик нишабликни текис ҳаракат тенгламасидан фойдаланиб топамиз:

$$i_{кр} = \frac{Q^2}{\omega_{кр}^2 C_{кр}^2 R_{кр}^2}$$

ёки оқимнинг критик ҳолати тенгламасидан

$$i_{кр} = \frac{g \chi_{кр}}{\alpha C_{кр}^2 B_{кр}}$$

бунда, $\omega_{кр}$, $\chi_{кр}$, $R_{кр}$, $C_{кр}$, $B_{кр}$ – критик чуқурликка мос келадиган каналнинг гидравлик элементлари

$$\omega_{кр} = h_{кр}(b + m h_{кр}),$$

$$\chi_{кр} = b + 2 h_{кр} \sqrt{1 + m^2},$$

$$R_{кр} = \frac{\omega_{кр}}{\chi_{кр}}, C_{кр} = \frac{1}{n} R_{кр}^{1/6} \text{ ёки } C_{кр} = \frac{1}{n} R_{кр}^x,$$

$$B_{кр} = b + 2 m h_{кр}.$$

Магистрал каналнинг берилган нишаблиги ($i > 0$)ни критик нишаблик билан таққослаб сувли ўзанининг синфи ва гуруҳи бўйича куйидаги хулосага келиш мумкин. Магистрал каналнинг берилган нишаблиги критик нишабликдан кичик бўлса, яъни $i_{мк} < i_{кр}$, у ҳолда I синф, А гуруҳига киради.

Тўсувчи иншоат олдида сув чуқурлиги топиширик шартига асосан 15-20% ошади, яъни $h_{берилг} > h_0 > h_{кр}$. Демак, магистрал каналда a_1 туридаги кўтарилувчи сатҳ эгрилиги (кривая подпора) шаклланади.

III. Сатҳ эгрилигининг узунлигини аниқлаш ва эгриликни Бахметов усулида куриш.

Бу масалани ечиш учун оқимнинг нотекис ҳаракати дифференциал тенгламаси (IV) кўринишини маълум бир чекланишлар билан интеграллаш натижасида проф. Б.А.Бахметов томонидан тақлиф қилинган тенгликдан фойдаланамиз (қаранг, Д.Р.Бозоров, Р.К.Каримов, Ж.С.Казбеков, С.Қ.Хидиров Гидравлика, Билим, Т. 2003й. 271-279-бетлар):

$$\frac{il}{h_0} = \eta_2 - \eta_1 - (1 - \bar{j}_{вр}) [\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)]$$

Изланаётган "I" катталиқ учун куйидаги ҳисобий формулани ҳосил қиламиз:

$$I = \frac{h_0}{i} \left\{ \eta_2 - \eta_1 - (1 - \bar{j}_{вр}) [\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)] \right\}$$

Бунда

$$A_1 = \eta_1 - (1 - \bar{j}_{yp}) \varphi(\eta_1)$$

$$A_2 = \eta_2 - (1 - \bar{j}_{yp}) \varphi(\eta_2)$$

Охирги кўринишда

$$l = \frac{h_0^{MK}}{i} (A_2 - A_1)$$

бунда, i , h_0^{MK} – магистрал канал тубининг нишаблиги ва нормал чуқурлик, $l - h_1$ ва $h_4 = h_{берил}$ кесимлар орасида чуқурликлардаги ҳисобий булак узунлиги (кесимлар оқим йўналиши бўйича берилган).

Бу усулда ҳисоблаш учун МК ҳисоблаш схемасини тузишимиз ва бир неча кесимлар танлашимиз керак (кесимларнинг тартиб рақамлари оқим бўйича тепадан пастга қараб белгиланади). Схемада нормал $N-N$ ва критик чуқурликлар $K-K$ чизикларини белгилаймиз.

$h_{yp} - 1-1$ ва $4-4$ кесимлар орасидаги ўртача чуқурлик, демак,

$$h_{yp} = \frac{h_1 + h_4}{2}$$

бу ерда, $h_1 - 1-1$ кесимдаги чуқурлик, $h_1 = h_0^{MK}$,

$h_4 - 4-4$ кесимдаги чуқурлик, $h_4 = h_{берил}$.

Кесимлардаги нисбий чуқурликлар

$$\eta_n = \frac{h_n}{h_0^{MK}}$$

бу ерда $h_n - 1-1, 2-2, 3-3, 4-4$ кесимлардаги чуқурликлар.

Ўртача чуқурликда аникланувчи катталиқнинг ўртача нишаблиги

$$\bar{j}_{yp} = \frac{\alpha i C_{yp}^2 B_{yp}}{g \chi_{yp}}$$

C_{yp} , B_{yp} , χ_{yp} , $\omega_{yp} - h_{yp}$ чуқурликка мос келадиган каналнинг гидравлик элементлари;

$\alpha = 1.1$ – оқимнинг ҳаракатдаги кесими бўйича тезликларнинг нотекис тарқалишини ҳисоб олувчи кинетик энергиянинг коррективи.

$\varphi(\eta_1)$, $\varphi(\eta_2)$ – ўзанинг x гидравлик кўрсаткичи бўйича (илова ХХХХ-жадвал) аникланувчи нисбий чуқурлик функциялари.

$$x = \frac{2(\lg \bar{K}_{yp} - \lg K_0)}{\lg h_{yp} - \lg h_0} \quad (1)$$

K_{yp} , h_{yp} ва K_0 , h_0 кийматларда аникланувчи сарф модули $K = \omega C \sqrt{R}$.

Гидравлик кўрсаткич x трапеция шаклидаги ўзанлар учун

$$x = 3,4 \left(1 + \frac{m}{\frac{b}{h_{yp}} + m} \right) - 1,4 \frac{m'}{\frac{b}{h_{yp}} + m'},$$

$$m' = 2\sqrt{1+m^2}$$

Аҳамият бериш керакки, катта аниқлик талаб қилмайдиган ҳисобларда, x ва $\bar{j}_{yp}$ — ўртача ишқаланиш нишаблигини ҳар бир ҳисобий бўлакдаги $h_{yp} = \frac{h_1 + h_2}{2}$ эмас, балки каналнинг ўртача чуқурлиги

$h_{yp} = \frac{h_0 + h_{\text{деp}}}{2}$ бўйича аниқлаш мумкин (бунда $h_{\text{деp}}$ — тўсувчи иншоат олдидаги берилган чуқурлик), яъни x ва $\bar{j}_{yp}$ ни каналнинг бутун узунлиги бўйича бир хил деб ҳисобласа бўлади. (1) формула бўйича аниқланган ўзанининг гидравлик кўрсаткичи энг яқин бўлган жадвалдаги қийматгача яхлитланади. Нисбий чуқурлиги η ва x гидравлик кўрсаткичга боғлиқ ҳолда ушбу қўлланманинг XXXX жадвалидан $\varphi(\eta)$ функциясининг қиймати аниқланади, аниқликни вергулдан кейин учинчи қийматгача белгилаш керак.

Проф. Б.А Бахметов усулида бажаришда, магистрал канал йўналиш бўйича бир неча қисқа кесимларга ажратиш лозим. Ҳисоб оқим йўналиши бўйича энг охиридаги бўлакдан (канал охиридаги тўсувчи иншоат олдидан) бошланади. Охириги кесимдаги берилган чуқурликдан бошлаб $h_{\text{берист}} = h_1$, кейин 3-3 кесимда чуқурлик берилади. Чунки, каналда кўтарилиш эгрилиги ўсиб боради.

$$h_3 = h_4 - \Delta h$$

бунда Δh — кесимлардаги чуқурликлар орасидаги фарқ, бу фарқ канчалик кичик бўлса, ҳисоб шунчалик катта аниқликда чиқади. Одатда $\Delta h = 0,02 \dots 0,10 \text{ м}$ тавсия қилинади, чунки қуйи қисмда кўтарилиш горизонтал чизикқа яқинлашса, оқимнинг юқори қисмида $N-N$ нормал чуқурлик чизигига асимптотик яқинлашади. Сатҳнинг кўтарилиш эгрилиги (1) узунлиги пасттекисликдаги дарё ва ўзанининг нишаблиги кичик бўлган каналларда бир неча километрни ташкил этади.

Олдинги кесимда чукурликни таялаб, (h_3) проф.Б.А.Бахметов тенгламасидан III бўлак учун l_{III} узунлигини аниқлаш мумкин:

$$\frac{il_{III}}{h_0^{MK}} = \eta_4 - \eta_3 - (1 - \bar{j}_{yp}) [\varphi(\eta_4) - \varphi(\eta_3)],$$

$$l_{III} = \frac{h_0^{MK}}{i} \{ \eta_4 - \eta_3 - (1 - \bar{j}_{yp}) [\varphi(\eta_4) - \varphi(\eta_3)] \}.$$

l_{III} узунлигини топиб, 3-3 кесимдаги чукурлик маълум деб, ундан олдинги кесимда h_2 чукурликни танлаймиз

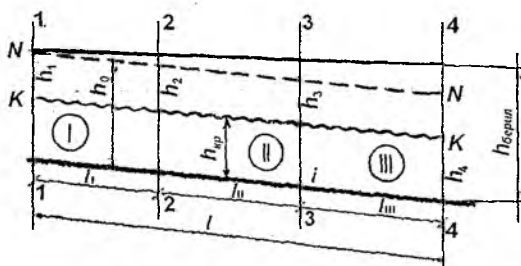
$$h_2 = h_3 - \Delta h.$$

Кейин олдингидек проф.Б.А. Бахметов формуласидан l_{II} узунликини топамиз. 2-2 кесимда чукурлик маълум деб қараб, $h_1 = h_2 - \Delta h$ чукурликни бериб кўрамиз ва худди юқоридагидек I бўлак учун l_I ни топамиз.

Ҳисобни жадвалда олиб борамиз:

12.19-жадвал

Со- ха- лар	h_{yp}	X	Ке- сим- лар	h	η	$\varphi(\eta)$	$\bar{h}_{yp}$	$\bar{j}_{yp}$	$1 - \bar{j}_{yp}$	A	$A_2 - A_1$	l	L	
III			4											
			3											
II			3											
			2											
I			2											
			1											



12.44-расм. Сатҳ эгри чизигини куриш.

Кўтарилиш эгрилиги узунлиги $L = l_I + l_{II} + l_{III}$

Жадвал натижаларига асосан, магистрал каналда тўсувчи иншоот олдидаги эркин сирт эгрилигини чизамиз.

2. Иншоотлар бўғини ҳисоби

2.1 Кенг остонали сув ўтказгичларнинг ҳисоби.

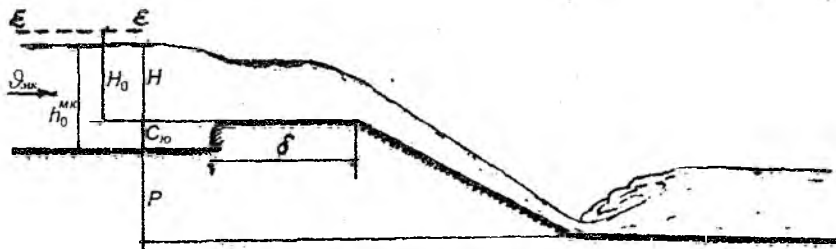
Магистрал каналдаги тўсувчи иншоот кенг остонали сув ўтказгич шаклида қурилган (остонанинг кенглиги $2H < \delta < 8H$, бу ерда H – остона олдидаги напор).

Остона кириш қисмининг шакли (қўриниши) ва юқори бьефдаги баландлиги ($C_{ю}$) берилган курс ишидаги дастлабки маълумотлар бўйича олинади. Тўсувчи иншоот магистрал каналдан ўтадиган сарфни ўтказиш учун ҳисобланади.

Берилган: шаршара тубининг нишаблиги i , юқори ва пастки бьеф тублари белгиларининг фарқи (P), ён ва ўрта устунларнинг (ўрта деворларнинг) шакллари талаба ихтиёри бўйича танлаб олинади.

Тезоқар-шаршара қурилганлиги учун МКни тўсадиган иншоот кенг остонали қўмилмаган сув ўтказгич бўлиб ишлайди (демак, қўмилиш коэффициентини $\sigma_{қм} = 1$).

Остонанинг бир бўлими кенглиги берилган $b/H = A$ нисбат орқали аниқланади, бўлимилар сони эса магистрал каналда ўтадиган сарф (бир бўлимидан ўтадиган сарф нисбати)га асосан ҳисобланади.



12.45-расм. Кенг остонали сув ўтказгич

Ҳисоблаш тартиби:

1. Сув ўтказгич олдидаги напорни аниқлаймиз:

$$H = h_0^{МК} - C_{ю}$$

Бу ерда: $h_0^{МК}$ – МКдаги нормал чуқурлиги

$C_{ю}$ – сув ўтказгичнинг юқори бьефдаги баландлиги.

2. Берилган $b/H = A$ нисбатга асосан, бир бўлими кенглигини аниқлаймиз ва унга энг яқин бўлган стандарт кийматини қабул қиламиз.

$$b = AH \Rightarrow b_{cm}$$

Стандарт кийматлар: b_{cm} : 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0 м ва хоказо ҳар 1 м дан.

Остонанинг олдидаги бўлган тўла напорни аниқлаймиз:

Агар $v_{\text{МК}} \geq 0,361\sqrt{H}$ бўлса, унда тўла напор $H_0 = H + \frac{\alpha v_{\text{МК}}^2}{2g}$

Агар $v_{\text{МК}} < 0,361\sqrt{H}$ бўлса, унда тўла напор $H_0 = H$
бу ерда: v – МК даги оқимнинг ўртача тезлиги

$$v_{\text{МК}} = \frac{Q_{\text{МК}}}{\omega_{\text{МК}}} = \frac{Q_{\text{МК}}}{(b_{\text{МК}} + mh_0)h_0^{\text{МК}}}$$

3. Остонанинг пастки бьефдаги баландлигини аниқлаймиз:

$$C_n = P + C_{\text{ю}}, C_n > h_0$$

4. Остонанинг шаклига қараб, сарф коэффицентини m аниқлаймиз (Бозоров Д.Р. ва бошқалар, Гидравлика, Т. 2003. 10.2-жадвал 321 бет).

m – сарф коэффиценти, устуннинг шаклига боғлиқ

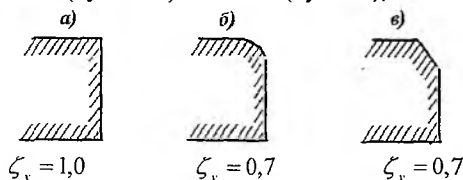
$$\eta = \frac{C_{\text{ю}}}{H}$$

Қирғоқдаги устунларнинг шаклини танлаб, уларга мос таянч деворларининг кириш қисми шаклига боғлиқ торайиш коэффиценти ζ_m қийматини қабул қиламиз, (Чугаев Р.Р., 367 бет, 11.22-расм) Кейин бир бўлими учун ён сиқилиш коэффицент қиймати аниқланади.

$$\varepsilon = 1 - 0,2\zeta_m \frac{H_0}{b}$$

бу ерда: H_0 – тўла напор;

$b = b_{\text{см}}$ – бир бўлими (бўлинма) кенглиги (пункт 2);



12.46-расм. Қирғоқдаги устунларнинг кўриниши.

Ўрта девор – тўсувчи иншоотнинг ўртасида жойлашган девор, ён устунлар – иншоотнинг қирғоқларида жойлашган деворлар.

5. Тўсувчи иншоотнинг бир бўлимидан ўтадиган сарфни аниқлаймиз (бир бўлимнинг сув ўтказиш қийматини аниқлаймиз):

$$Q_1 = m\varepsilon b_{\text{см}} \sqrt{2gH_0^{3/2}}$$

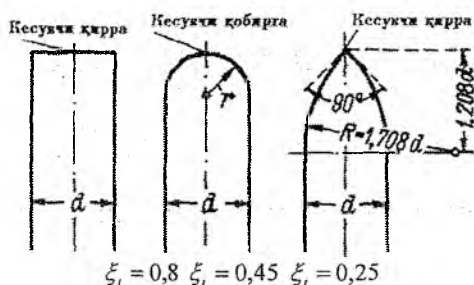
6. Бўлинмаларнинг (бўлимларнинг) сонини аниқлаймиз:

$$N = \frac{Q_{\text{МК}}}{Q_1}$$

хисобланган сонга энг яқин бўлган бутун сонни қабул қиламиз.

Агар $N > 1$ бўлса, ўрта устунларнинг шаклини ва уларга мос бўлган бўлим тик деворнинг пландаги кўриниш шаклига боғлиқ торайиш коэффициенти $\zeta_{тик}$ (қаранг, Д.Р.Бозоров, Р.К.Каримов, Ж.С.Казбеков, С.Қ.Хидиров, Гидравлика, Билим, Т. 2003., 328 бет, 10.25-расм) аниқлаб, ён сиқилиш коэффициентиغا аниқлик киритамиз:

$$\varepsilon = 1 - 0,2 \frac{\zeta_m + (N-1)\zeta_{тик} \cdot \frac{H_0}{b}}{N}$$



12.47-расм. Бўлим тик девор шакллари

Энди ўтказиш кобилиятини аниқлаймиз:

$$Q = m \varepsilon N b_{cm} \sqrt{2g} H_0^{3/2} (\sigma_{кул} = 1)$$

Аниқланган сарфнинг киймати берилган $Q_{ик}$ дан кичик бўлиши мумкин эмас:

$$Q \geq Q_{ик}$$

Агар кичик бўлиб чиқса, қирғокдаги устунларнинг ва ўрта деворларнинг шаклини ўзгартириш керак ёки бўлимларнинг сонини кўпайтириш керак.

7. Иншоотдан кейин тезоқар-шаршара қурилган (қўндаланг кесими трапеция шаклида бўлиб, унинг охиридаги кенглиги

$$b_{m.и.} = 0,8 B_{m.и.}$$

бу ерда: $B_{m.и.}$ – тўсувчи иншоот кенглиги.

$$B_{m.и.} = Nb + (N-1)t$$

бу ерда: $t = (0.7 \dots 1.2)$ м – ўрта деворнинг эни.

2.2. Очiq сув ўтказгичнинг сув сарфини ҳисоблаш

(Т-1 тақсимлагич каналнинг сув ўтказиш қобилиятини аниқлаш).

Т-1 тақсимлагич каналдаги тўсувчи иншоот амалий профилли сув ўтказгич шаклида қурилган, демак ($0,67H < \delta < 2H$).

Сув ўтказгич трапеция шаклида қурилган бўлиб, остонанинг юқори ва пастки бьефлардаги баландликлари ($C_{ю}$ ва $C_{п}$), бўлимларнинг сони (N) ва бир бўлимнинг кенглиги (b) берилган.

Сув ўтказгичнинг сув ўтказиш қобилияти амалий профилли сув ўтказгичлар учун ҳисоб тенгламасидан аниқлаш мумкин эмас

$$Q = \sigma_{кум} m b_x \sqrt{2g H_0^{3/2}}$$

чунки, m, b_x ва H_0 берилишларга қараб аниқласа бўлади-ю, тақсимлагич Т-1 даги сувнинг чуқурлиги бизга маълум эмас, демак бу сув ўтказгични қўмилган-қўмилмаганлигини билмаймиз. Шунинг учун бу масалани график усулда ҳисоблашга тўғри келади, Т-1 каналнинг ишчи характеристика графигини $Q = f(h)$ ва сув ўтказгичнинг сув ўтказиш қобилияти графиги $Q = \varphi(h_{п.б.})$ билан бирлаштириб, пастки бьефдаги сув оқими чуқурлигига бир неча қиймат берамиз ва шу қийматлар учун сув ўтказгичдан ўтадиган сарфни Q ва Т-1 каналдаги сув сарфларини $Q_{Т-1}$ аниқлаймиз. Ҳисоблашни улар бир-бирига тенг бўлмагунча давом эттирамиз. Икки чизикнинг кесишиш нуқтаси – сув ўтказгичдан ўтадиган сув сарфига тенг бўлади.

Ҳисоблаш тартиби:

1. Схемани масштабда чизамиз.

Сув ўтказгичнинг шаклига қараб ва берилган S_1 ва S_2 ҳамда $\frac{H}{\delta}$ учун сарф коэффициентини аниқлаймиз.

$$m = 0,42 \left(0,7 + 0,185 \frac{H}{\delta} \right).$$

2. Устунларнинг қабул қилинган шаклига қараб, уларга мос келган торайиш коэффициентлари ζ_m ва $\zeta_{мук}$ ни танлаб, бўлимларнинг ҳисобли кенглигини аниқлаймиз.

$$b_{хис} = \varepsilon N b$$

у ҳолда, окимнинг ён сиқилиш коэффициенти куйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$\varepsilon = 1 - 0,2 \frac{\zeta_m + (N_{Т-1} - 1) \zeta_{мук}}{N_{Т-1}} \frac{H_0}{b_{Т-1}}$$

бу ерда: $H_0 = h_0^{ук} - C_{ю}$ – геометрик напор, (бу ерда кириш тезлиги ҳисобга олинмайди, чунки сув ўтказгич МКдан ёнга кетган ва МКдаги тезликнинг Т-1 каналга таъсири бўлмайди);

b_{T-1} – бир бўлимнинг кенглиги;

N_{T-1} – бўлимларнинг сони.

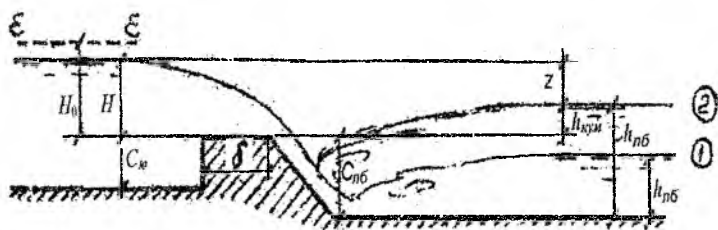
3. Сув ўтказгични қўмилмаган ҳолатда деб қабул қилиб, сув ўтказиш қобилиятини аниқлаймиз: ($\sigma_{кум} = 1$).

$$Q = \varepsilon N_{T-1} b_{T-1} m \sqrt{2g} H_0^{3/2}$$

4. Пастки бьефдаги (Т-1 каналдаги) сув чуқурлигига ҳар хил қийматларни бериб, қуйидаги формула бўйича сарфни аниқлаймиз. Сув сарфини қуйидагича аниқланади:

$$Q = \sigma_{кум} \varepsilon m b_{T-1} N_{T-1} \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad \text{ёки} \quad Q = \sigma_{кум} A$$

$$\text{бу ерда: } A = \varepsilon m b_{T-1} N_{T-1} \sqrt{2g} H_0^{3/2}$$



12.48-расм. Амалий профили сув ўтказгич.

А) – Агар $\frac{Z}{C_n} > \left(\frac{Z}{C_n} \right)_{кр}$ бўлса, сув ўтказгич қўмилмаган ($\sigma_{кум} = 1$)

(расмда 1-ҳолат)

Б) Агар $\frac{Z}{C_n} \leq \left(\frac{Z}{C_n} \right)_{кр}$ бўлса, сув ўтказгич қўмилган ($\sigma_{кум} \neq 1$)

(расмда 2-ҳолат)

Бунда, $\left(\frac{Z}{C_n} \right)_{кр}$ катталик Д.Р.Бозоров, Р.К.Каримов, Ж.С.Казбеков,

С.Қ.Хидиров, Гидравлика, Билим., Т. 2003. 312-бетдаги 10.12-расмда келтирилган графикдан аниқланади.

Бу ерда: Z – юқоридаги ва пастки бьефларнинг сув сатҳларининг фарқи:

$$Z = H - h_{кум}$$

C_n – остонанинг пастки бьефдаги баландлиги.

$h_{кум}$ – қўмилган чуқурлик

$$h_{\text{кум}} = h_{\text{нб}} - C_n$$

Агар сув ўтказгич кумилган бўлса, яъни $\frac{Z}{C_n} \leq \left(\frac{Z}{C_n}\right)_{\text{кр}}$, кўмилиш коэффициентни $\sigma_{\text{кум}}$ Дерюгин формуласи орқали аниқланади:

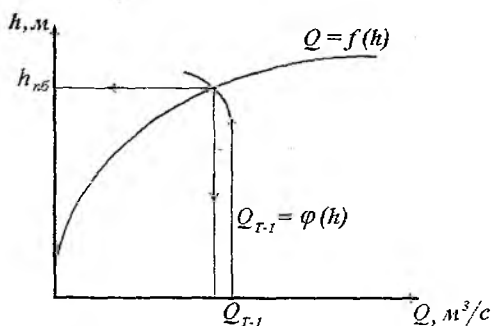
$$\sigma_{\text{кум}} = \sqrt{1 - \left[1 - \left(1 - \frac{h_{\text{кум}}}{H_0} \right) \cdot \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{m}{0,59} \right)^{2,5}} \right]^2}$$

Ҳисоблашни жадвалда ўтказамиз:

12.20-жадвал

h_{T-1} м	...	Q_{T-1} $\text{м}^3/\text{с}$	$h_{\text{нб}}$ м	$h_{\text{кум}}$	z	$\frac{z}{C_n}$	$\left(\frac{z}{C_n}\right)_{\text{кр}}$	$\frac{h_{\text{кум}}}{H_0}$	$\sigma_{\text{кум}}$	A	$Q = A\sigma_{\text{кум}}$

6. Жадвалда асосида сув ўтказгичнинг сув ўтказиш қобилияти графиги $Q_{T-1} = \varphi(h)$ чизилади ва унга T-1 каналнинг ишчи характеристикаси $Q = f(h)$ графиги чизилади. Уларнинг кесишиш нуқтаси сув ўтказгичдан ўтадиган сарфни кийматини беради:



12.49-расм. $Q_{T-1} = \varphi(h)$ ва $Q = f(h)$ функциялар графиклари.

2.3. Т-2 тақсимлагич канали учун сув ўтказгич остонасидаги напорни ва остонанинг юқори бьефдаги баландлиги аниқлаш.

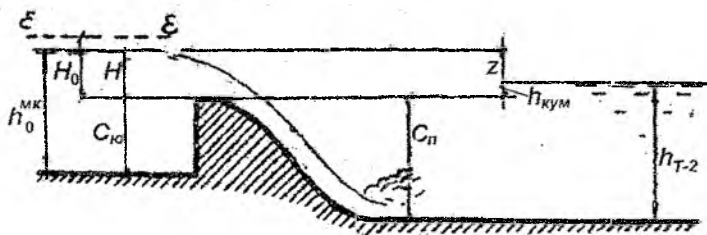
Т-2 каналдаги сув ўтказгич эгри чизикли амалий профили сув ўтказгич шаклида қурилган.

Пастки бьеф томонидан остонанинг баландлиги (C_n), бўлимларнинг кенглиги (b) ва бўлимларнинг сони (N) берилган.

Сув ўтказгични остонасидаги напорни аниқлаш учун кетма-кет яқинлашиш усулидан фойдаланамиз, чунки кўмилиш коэффиценти $\sigma_{\text{кум}}$ ва оқимнинг ён сиқилиш коэффиценти ε қийматлари шу напорга (H) билан боғлиқдир.

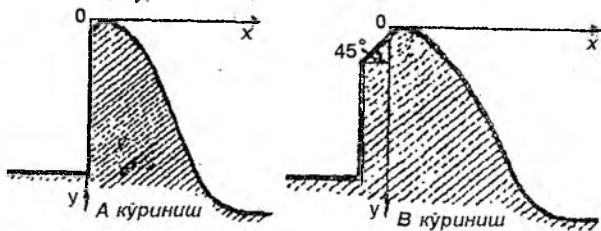
Ҳисоблаш тартиби:

1. Схемани масштабда чизамиз



12.50-расм. Эгри чизикли амалий профили сув ўтказгич.

2. Берилган эгри чизикли сув ўтказгичнинг турига қараб, сарф коэффиценти қабул қилинади.



12.51-расм. Эги чизикли амалий профилнинг ён томондан кўриниши

$m=0,49$ (А кўриниш учун)

$m=0,48$ (Б кўриниш учун)

(Штеренлихт Д.Б. «Гидравлика», II қисм, 150-бет, М.1991)

2. Сув ўтказгични қўмилмаган ($\sigma_{кум}=1$) ва ён сиқилиши йўқ деб ($\varepsilon=1$) остонадаги напорни биринчи кўринишда аниқлаймиз

$$H'_0 = \left(\frac{Q_{T-2}}{\sigma_{кум} m \varepsilon b_{T-2} N_{T-2} \sqrt{2g}} \right)^{2/3}$$

Бу ерда: Q_{T-2} – Т-2 каналдаги берилган сарф.

3. Ҳисобга аниқлик киритамиз. Танланган қирғоқдаги устунларнинг ва таянч деворларнинг шаклига қараб, торайиш коэффициентларини қабул қиламиз (ζ_m ва $\zeta_{тик}$) ва ён сиқилиш коэффициентини аниқлаймиз:

$$\varepsilon = 1 - 0,2 \frac{\zeta_m + (N_{T-2} - 1) \zeta_{тик}}{N_{T-2}} \frac{H'_0}{b_{T-2}}$$

4. Амалий деворли сув туширгич қўмилган ёки қўмилмаганлигини аниқлаймиз:

$$Z = (H'_0 + C_n) - h_0^{T-2}$$

бу ерда: h_0^{T-2} – Т-2 каналдаги сувнинг нормал чуқурлиги.

Агар $\frac{Z}{C_n} < \left(\frac{Z}{C_n} \right)_{кр}$ бўлса, сув ўтказгич қўмилган ва $\sigma_{кум}$ Дерюгин

формуласидан аникланади.

Агар $\frac{Z}{C_n} > \left(\frac{Z}{C_n} \right)_{кр}$ бўлса, сув ўтказгич қўмилмаган ва $\sigma_{кум} = 1,0$

5. Остонадаги напорни ҳисобига аниқликни киритамиз:

$$H_0 = \left(\frac{Q_{T-2}}{\sigma_{кум} m \varepsilon b_{T-2} N_{T-2} \sqrt{2g}} \right)^{2/3}$$

7. Юқори бьеф томондан остонанинг баландлигини аниқлаймиз:

$$C_{ю} = h_0^{ук} - H_0$$

2.4. Берилган сарфни ўтказиш учун текис ҳаракатланувчи тўсиқнинг (затворнинг) очилиш баландлигини аниқлаш

Текис ҳаракатланувчи тўсиқ сув ўтказгичнинг кириш қисмида ўрнатилади. Тўсувчи иншоотдан кейин тезоқар-шаршара қурилган. Демак, текис ҳаракатланувчи тўсиқнинг остидан сувнинг оқиб чиқиши эркин бўлади (қўмилмаган).

Дарвозани очилиш баландлигини текис ҳаракатланувчи тўсиқ остидан эркин оқиб чиқишни ҳисоблаш формуласидан аниқлаш мумкин:

$$Q = \varepsilon \varphi a b_{\text{МК}} N_{\text{МК}} \sqrt{2g(H_0 - \varepsilon a)}$$

бу ерда: ε – оқимнинг вертикал сикилиш коэффиценти;

φ – иншоот бўйича йўқолган напорни ҳисобга олувчи тезлик коэффиценти.

$\mu = \varepsilon \varphi$ – сарф коэффиценти.

Тезлик коэффиценти (φ) қийматини экспериментал қийматлар бўйича қабул қилинади (қаранг, Д.Р.Бозоров, Р.К.Каримов, Ж.С.Казбеков, С.Қ.Хидиров «Гидравлика», Билим, Т. 2003. 336-бет).

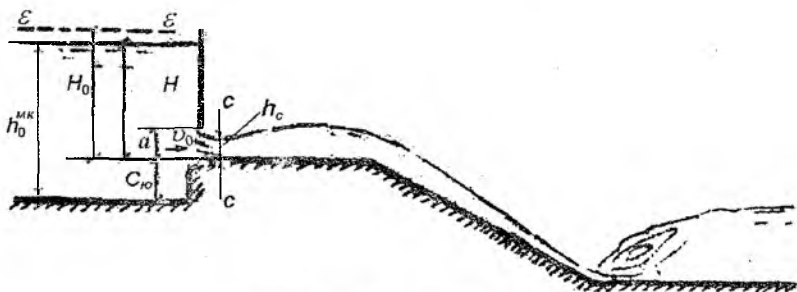
a – дарвозани кўтарилиш баландлиги;

b – бир бўлим кенглиги (2.1-масаладан).

N – бўлимларнинг сони (2.1-масаладан).

H_0 – тўсувчи иншоот олдидаги тўла напор (2.1-масаладан).

Ҳисоблашни қуйидаги тартибда ўтказамиз:



12.52-расм. Ҳисоблаш схемаси.

1. Геометрик ва тўла напорни аниқлаш:

$$H = h_0^{\text{МК}} - C_{\text{ю}}; H_{\text{с}} = H + \frac{\alpha g^2}{2g}; g = \frac{Q}{\omega} = \frac{Q}{(b + m h_0^{\text{МК}}) h_0^{\text{МК}}}$$

b – бир бўлимнинг эни; m – қиялик коэффиценти, 2.1-масаладан олинади.

2. Кўтарилишни (қўмилишни) текшириш:

$$C_n = P + C_{ю}$$

Агар $C_{ю} > h_0^{ак}$ бўлса, унда сатҳ кўмилган бўлади.

3. Бўлими сарфини аниқлаймиз:

$$\bar{Q} = \frac{Q}{N}$$

N – бўлимилар сони 2.1-масаладан олинади.

4. Текис ҳаракатланувчи тўсиқнинг кўтарилиш баландлигини аниқлаш:

$$Q = \mu ab N \sqrt{2g(H_0 - \varepsilon a)}$$

бу ерда: $\varepsilon = 0,57 + \frac{0,043}{1,1 - \frac{a}{H_0}}$ – вертикал сиқилиш коэффициентини.

ε қуйидаги нисбат $\left(\frac{a}{H_0}\right)$ билан боғланганлиги туфайли, уни

қуйидаги жадвалдан аниқласа бўлади (Жуковский Н.Е. жадвали, Штеренлихт Д.А. «Гидравлика», 179 бет, 23.1 жадвал, М.1991).

12.21-жадвал

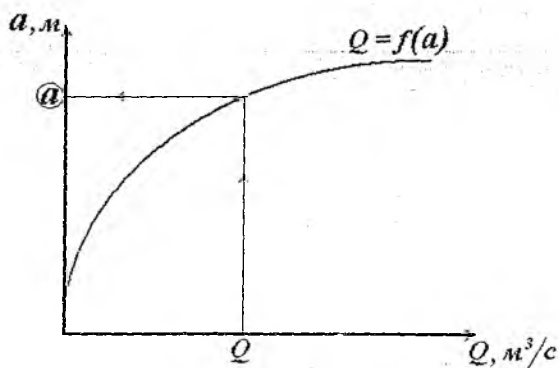
Жуковский Н.Е. жадвали $\varepsilon = f\left(\frac{a}{H}\right)$

$\frac{a}{H_0}$	ε	$\frac{a}{H_0}$	ε	$\frac{a}{H_0}$	ε	$\frac{a}{H_0}$	ε	$\frac{a}{H_0}$	ε
0,00	0,611	0,25	0,622	0,45	0,638	0,65	0,675	0,85	0,745
0,10	0,615	0,30	0,625	0,50	0,645	0,70	0,690	0,90	0,780
0,15	0,618	0,35	0,628	0,55	0,650	0,75	0,705	0,95	0,885
0,20	0,620	0,40	0,630	0,60	0,660	0,80	0,720	1,0	1,0

Масалани ҳисобини танлаш усулида ҳисоблаймиз. « a »га бир неча ихтиёрий қиймат бериб, шу қийматлар учун сарф Q аниқлаймиз. Ҳисоблашни жадвалда олиб борамиз:

a	$\frac{a}{H_0}$	ε	εa	μ	$\sqrt{2g(H_0 - \varepsilon a)}$	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$

Жадвалдаги қийматларга асосан $Q = f(a)$ графигини курамиз ва берилган сарф учун $Q = Q_{\text{мк}} - Q_{T-1}$ дарвозани кўтарилиш баландлигини аниқлаймиз.

12.53-расм. $Q = f(a)$ функцияси графиги

3. Бьефларни туташтириш.

3.1. Кўмилиш чуқурлигини аниқлаш.

Тўсувчи иншоотнинг пастки бьефида сув оқими уриладиган қисмда нопризматик (планда кенгаювчи) ўтиш соҳаси ва ўлчамлар магистрал каналга мос келувчи ташлама канал қурилган. Шундай қилиб, бошланғич кесимдаги ўтиш соҳаси канал остонаси кенглигига мос кенгликка эга, охириги кесими эса магистрал канал туби кенглигига мос келувчи кенгликка эга. Трапециясимон кесимдаги ўтиш соҳаси, сув урилма қисмининг ёнлама қиялигидан, магистрал канал ён девори қиялилиқ коэффициентига эга бўлади (канал туби горизонтал $i=0$). Ўтиш соҳаси узунлиги деворнинг кенгайиш бурчагига боғлиқдир. θ кенгайиш бурчаги амалий қўлланмаларда $5^0 \dots 7^0$ қабул қилинади, чунки кенгайиш бурчаги катта бўлса, оқим ён деворлардан ўзгариб, сув оқими айланма ҳаракат соҳалари пайдо бўлиб, оқимнинг урилиш ҳолати пайдо бўлади, шундай қилиб $\theta = 5^0 \dots 7^0$ да ўтиш соҳаси узунлиги топилади:

$$L = \frac{b_{\text{мк}} - b_{\text{в.о}}}{2 \operatorname{tg} \theta}.$$

Эркин сирт эгрилигини чизиш ва кўмилиш чуқурлигини аниқлаш учун Бернулли тенгламасига асосланган ўзанинги туби тўғри нишабли, нопризматик каналлар учун Чарномский усулидан фойдаланамиз. Ваҳоланки, нопризматик ўзанларда турли шароитларда оқим эркин сирти қандай шаклга эга бўлишини олдиндан билиш қийин.

Ўтиш соҳасининг узунлиги Δl га тенг бўлган 3...4 кесимларга бўлиб, ҳисобни оқимнинг юқори кесими бўйича олиб борамиз, чунки соҳа охиридаги сув чуқурлиги $h_0^{\text{мк}}$ маълум ҳар бир соҳа учун Бернулли тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$i\Delta l + h_1 + \frac{av_1^2}{2g} = h_2 + \frac{av_2^2}{2g} + h_{(1-2)}$$

$$i\Delta l + \mathfrak{Z}_1 = \mathfrak{Z}_2 + \bar{J}_e \Delta l$$

$$\Delta l = \frac{\mathfrak{Z}_1 - \mathfrak{Z}_2}{i - \bar{J}_e}$$

бунда, Δl – кесимлар орасидаги ўзан тубининг сатҳи ўзгариши, $h_{i(1-2)} = \bar{J}_e \Delta l$ – узунлик бўйича напор йўқолиши, $\bar{J}_e$ – узунлиги Δl бўлган соҳадаги гидравлик нишабликнинг ўртача қиймати

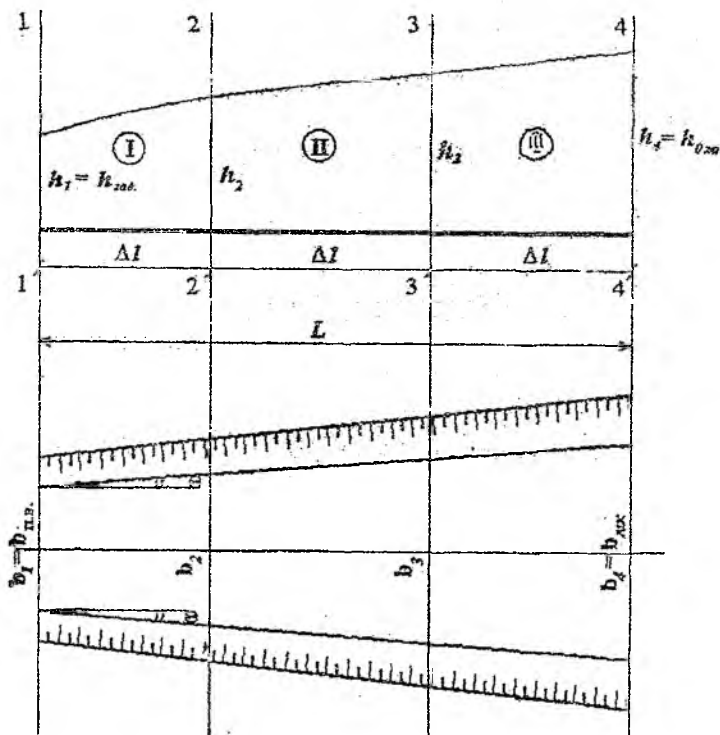
$$\bar{J}_e = \frac{v^2}{C^2 R},$$

v , C , R – тезлик, Шези коэффициентини ва гидравлик радиус.

$$h = \frac{h_1 + h_2}{2},$$

Берилган шартларга қўра ўтиш соҳасида канал туби қиялиги $i = 0$, у ҳолда ҳисобий тенглама куйидаги кўринишга эга:

$$\Delta I = \frac{\mathfrak{Z}_1 - \mathfrak{Z}_2}{J}$$



12.54-рasm. Чарномский усули.

Гидравлик элементларни аниқлаш учун ҳар бир кесимнинг қиялик коэффиценти ва ўзан туби кенглигини топиш зарур:

$$b_1 = b_{c.o}$$

$$b_2 = b_{c.o} + \Delta b \cdot \Delta I,$$

бунда $b_{c.o}$ – сув остонаси кенглиги

$$b_3 = b_2 + \Delta b \cdot \Delta I$$

$\Delta b = \frac{b_{\text{мк}} - b}{L}$ узунлик бирлиги бўйича туб кенглигининг ўзгариши.

$$b_4 = b_{mk}$$

$$m_1 = m_c$$

m_c – иншоатнинг сув урилма қисми қиялиги коэффиценти,

$$m_2 = m_c + \Delta m \cdot \Delta l$$

$$m_3 = m_2 + \Delta m \cdot \Delta l$$

$$m_4 = m_{mk}$$

$\Delta m = \frac{m_c + m_{mk}}{L}$ – узунлик бўйича қиялик коэффицентининг ўзгариши.

Эгри сирт эгрилигини ҳисобини жадвал усулда олиб бориш мақсадга мувофиқ бўлади. Ҳисобни қилишдан мақсад қуйидагича:

Ўтиш соҳаси охиридаги маълум чуқурликда ($h_4 = h_{0mk}$) ўздан олдинги соҳадаги кесимда чуқурлик қийматини берамиз, ваҳоланки эркин сирт эркинлиги номаълум бўлгани учун чуқурликнинг бир нечта қийматларини бериб, ҳар бир қиймат учун (1) тенглама ёрдамида Δl нинг қийматларини аниқлаймиз. Сўнгра бу қийматларда $\Delta l = f(h)$ графигини чизамиз. Бу графикда $\Delta l = \frac{L}{3}$ нинг ҳисобий қийматида (агар 3 та ҳисобий

соҳа бўлса, ёки агар 4 та ҳисобий соҳа қабул қилинса, $\Delta l = \frac{L}{4}$)

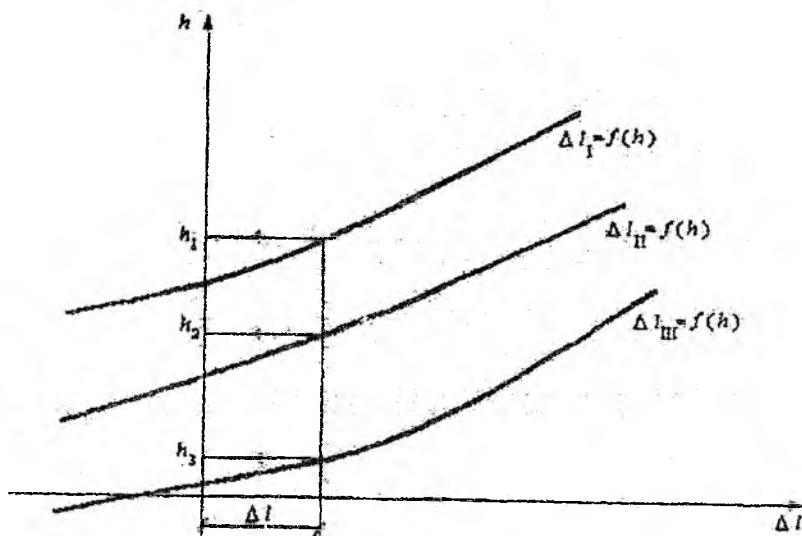
чуқурликнинг қийматини аниқлаймиз. Сўнгра бу чуқурлик маълум қиймат ҳисобланиб, оқимнинг юқори қисми бўйича ўздан олдинги соҳадаги қисмда h нинг қийматлари бериб қўрилади ва $\Delta l = f(h)$ графиги чизилади.

Худди шундай ҳисоблар кейинги соҳалар учун ҳам бажарилади.

12.23-жадвал

Соҳа №	Кесим №	$\Delta l, \text{ м}$	$b, \text{ м}$	m	$H, \text{ м}$	$h, \text{ м}$	$\omega, \text{ м}^2$	$Z, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$C(\frac{M^{0.5}}{c})$	$\bar{v}, \text{ м/с}$	$\bar{J}_c$	$\bar{E}, \text{ м}$	$\Delta l, \text{ м}$
III	4 3	Δl	b_4 b_3	m_4 m_3	h_{0mk}									
II	3 2	Δl	b_3 b_2	m_3 m_2										
I	2 1	Δl	b_2 $b_1 = b$	m_2 $m_1 = m_c$										

Ҳар бир соҳа учун $\Delta l = f(h)$ графиги чизилади.

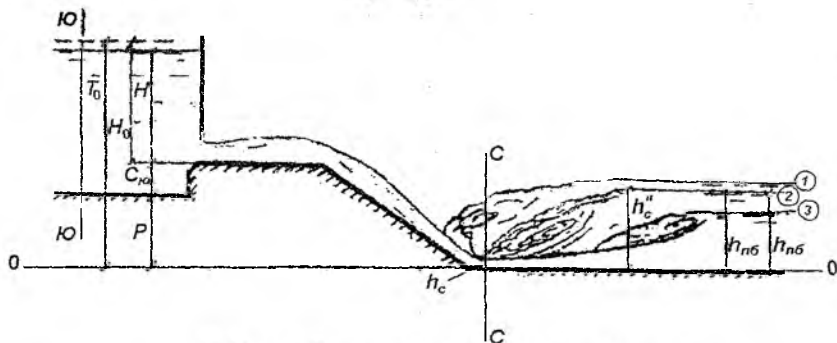


12.55-расм. $\Delta l = f(h)$ функция графиги

3.2 Гидравлик сакраш ҳисоби.

Гидравлик сакрашлар 3 хил бўлиши мумкин:

1. Сакраш қўмилган $h_c'' < h_{\text{кзм}}$
2. Сакраш сиқилган кесимда $h_c'' = h_{\text{кзм}}$
3. Сакраш узоклашган $h_c'' > h_{\text{кзм}}$



12.56-расм. Гидравлик сакрашнинг ҳисоблаш схемаси.

Гидравлик сакрашнинг вазиятини аниқлаш учун сиқилган кесимдаги сувнинг чуқурлигини (h_c) аниқлаймиз (C-C – сиқилган кесим). Бу чуқурликни биринчи туташ чуқурлик h'_c деб қабул қиламиз, демак сакраш сиқилган кесимда бўлади деб қабул қиламиз. Кейин сакрашнинг иккинчи туташ чуқурлигини (h''_c) аниқлаб, қўмилиш чуқурлик $h_{\text{қум}}$ билан таққослаймиз.

1. Тезоқар шаршара охиридаги сиқилган кесимдаги сув чуқурлигини аниқлаш h'_c .

Ҳисоблаш тартиби:

1. Схемани масштабда чизамиз.
2. Кесимларни ва таққослаш текислигини белгилаймиз. (Ю-Ю, C-C, 0-0).
3. Бернулли тенгламаси асосида масалани ечимини аниқлаш. Шу тенгламани юқори бьефдаги кесим (Ю-Ю) ва сиқилган кесим (C-C) учун, пастки бьефдаги каналнинг тубидан ўтказилган таққослаш текислиги учун ёзамиз:

$$Z_{\text{Ю}} + \frac{P_{\text{Ю}}}{\gamma} + \frac{\alpha v_{\text{Ю}}^2}{2g} = Z_c + \frac{P_c}{\gamma} + \frac{\alpha v_c^2}{2g} + h_{f(\text{Ю-C})}$$

Шу тенгламанинг ҳар бир ҳадига расмдаги қийматларини қўйиб чиқамиз ва қуйидаги қўринишда тенгламани ёзамиз:

$$P + h_0^{\text{МК}} + \frac{\alpha v^2}{2g} = h_c + \frac{\alpha v_c^2}{2g} + \xi \frac{v_c^2}{2g}$$

Бу тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$T_0^{\text{МК}} = h_c + (\alpha + \xi) \frac{v_c^2}{2g};$$

Агар қуйидаги белгилашларни киритсак:

$$\alpha + \xi = \frac{1}{\varphi^2}, \text{ бу ерда } (\varphi = 0,9)$$

Унда

$$T_0^{\text{МК}} = h_c + \frac{v_c^2}{2g\varphi^2} = h_c + \frac{Q_{\text{МК}}^2}{2g\varphi^2\omega_c^2}; \quad (1)$$

Бу ерда:

$T_0^{\text{МК}}$ – 0-0 таққослаш текислигига нисбатан ҳисобланган Ю-Ю кесимдаги тўла солиштирма энергия, уни қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$T_0^{\text{МК}} = P + h_0^{\text{МК}} + \frac{\alpha v_0^2}{2g} \quad (2)$$

P – МК нинг юқори ва пастки бьефларнинг тублари белгиларнинг фарқи;

v_0 – МК даги текис ҳаракатдаги сув тезлиги;

h_c – сиқилган кесимдаги сув чуқурлиги;

v_c – сиқилган кесимдаги тезлик; $v_c = \frac{Q_{МК}}{\omega_c}$

$\omega_c = h_c(b + mh_c)$ – тирик кесим юзаси;

$m = 1$ – тезокар шаршаранинг қиялик коэффиценти

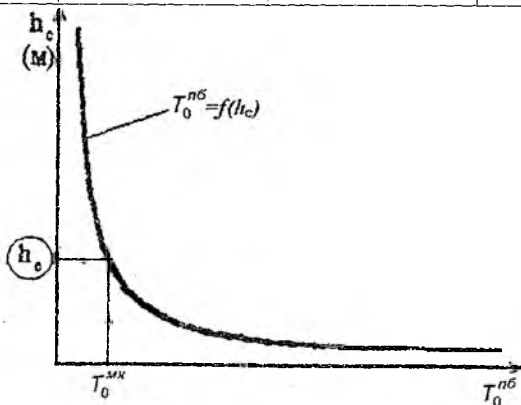
φ – тезлик коэффиценти бўлиб, шу участкада энергияни йўқолишини ҳисобга олади;

$h_{f(10-c)}$ – кесимлар орасида йўқотилган напор.

(2)-чи тенгламада юқори бьефдаги тўла солиштира энергиянинг $T_0^{МК}$ киймати маълум. Бундан сиқилган кесимдаги сув чуқурлигини h_c танлаш усулида аниқлашимиз мумкин. h_c га бир неча қийматларни бериб, (1) тенгламанинг ўнг томонини аниқлаймиз. Ҳисоблашни жадвалда кўринишида олиб борамиз.

12.24-жадвал

h_c	ω_c	$T_0^{нб}$	$T_0^{МК}$



12.57-расм. Сиқилган кесимдаги сиқилиш чуқурлигини аниқлаш.

Қуйидаги қиймат ўзгармасдир:

$$\frac{\alpha Q_{МК}^2}{2g\omega_c^2\varphi^2} = const$$

Шу графикдан маълум бўлган $T_0^{МК}$ га қараб h_c нинг қийматини оламиз.

II. Гидравлик сакраш функцияси ёрдамида иккинчи туташ чуқурликни аниқлаш.

Аниқланган сиқилган кесимдаги сув чуқурлигини биринчи туташ чуқурлик деб қабул қилиб ($h_c = h'$), иккинчи туташ чуқурликни аниқлаймиз.

а) Сакраш функцияси графиги орқали $\Pi(h) = f(h)$

$$\Pi(h) = \frac{\alpha Q^2}{g\omega} + h_{огир}\omega$$

бу ерда: $h_{огир}$ – кесим огирлик марказининг чуқурлиги:

$$h_{огир} = \frac{h(B_{m,ш} + 2b_{m,ш})}{3(B_{m,ш} + b_{m,ш})}$$

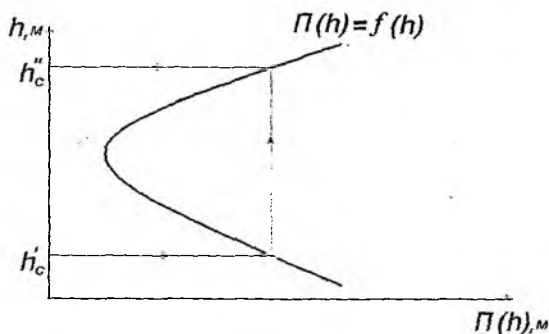
$B_{m,ш} = b_{m,ш} + 2mh$ - сув оқими сатҳидаги кенглик.

Чуқурликка бир неча қиймат бериб, $\Pi(h)$ ни аниқлаймиз.

12.25-жадвал

h	ω	$\frac{\alpha Q^2}{g\omega}$	$h_{огир}$	$h_{огир}\omega$	$\Pi(h)$
1.	2.	3.	4.	5.	6.

Жадвалдаги қийматларга қараб, сакраш функцияси графигини кураимиз:



12.58-расм. Гидравлик сакраш функцияси.

Маълум бўлган h_c' қийматига мос келган баландликдан графикнинг пастки қисми билан кесишгунча горизонтал чизик ўтказамиз. Кесишган жойдан вертикал чизик чиқариб, графикнинг юқори қисми билан кесишгунча давом эттирамиз. Кесишган жойга тўғри келган h_c'' қийматини h ўқидан қабул қиламиз.

б) Рахманов формулалари ёрдами билан:

$$\zeta' = \frac{1,2}{\zeta''} - 0,2; \quad \zeta'' = \frac{1}{0,167 + 0,834\zeta'}$$

бу ерда ζ' ва ζ'' - нисбий чуқурликлар.

$$\zeta' = \frac{h'_c}{h_{кр}}; \quad \zeta'' = \frac{h''_c}{h_{кр}};$$

III. Гидравлик сакрашнинг ҳолатини аниқлаш

$h''_c < h_{кум}$ бўлса, гидравлик сакраш қўмилган;

$h''_c = h_{кум}$ бўлса, гидравлик сакраш сиқилган кесимда;

$h''_c > h_{кум}$ бўлса, гидравлик сакраш узоклашган бўлади.

IV. Сакрашнинг узунлигини аниқлаш

$$l_n = 5h''_c \left(1 + 4 \sqrt{\frac{B_2 - B_1}{B_1}} \right)$$

$B_1 = b_{m,u} + 2mh'_c$ — биринчи туташ чуқурлик (h'_c) даги оқимнинг ҳаракатдаги кесими сатҳи кенглиги;

$B_2 = b_{m,u} + 2mh''_c$ — иккинчи туташ чуқурлик (h''_c) даги оқимнинг ҳаракатдаги кесими сатҳи кенглиги.

V. Сакраш баландлигини аниқлаш: $a = h''_c - h'_c$

3.3 Оқим энергиясини сўндиргичининг гидравлик ҳисоби

Умуман гидротехник иншоотлар учун гидравлик сакрашни узоклашган қўринишдаги амалга ошиши катта хавф туғдириши мумкин. Чунки, шаршарадан чиқаётган нотинч оқимнинг ўртача тезлиги йўл қўйиладиган тезликдан катта бўлиши мумкин. Албатта, бу ҳолат иншоотни юқори чидамли бўлишини, демак ниҳоятда узок масофаларда ўзан кирғокларини мустаҳамлаш ҳисобига, қурилишнинг қимматга тушишига олиб келади. Иншоотнинг ишлаш ишончилигини таъминлаш, қурилиш сарф-ҳаражатларини камайтириш учун, киска масофаларда оқимнинг ортикча кинетик энергиясини камайтириш керак, яъни энергия сўндиргич қуриш керак. Тадқиқотлар натижаси энг самарадор сўндиргичлар сув ҳовузчаси, сув урилма девори ва комбинациялилар эканлигини кўрсатган.

А. Энергияни сўндирувчи ҳовуз

Агар гидравлик сакраш узоклашган бўлса, ортикча энергияни йўқотиш учун энергия сўндирувчи ҳовуз қўлланади.

Сув ўтказгичдан кейинги қисмининг туби « d » чуқурликка пасайтирилади. Унда сиқилган чуқурлик h_c камайиб, у билан боғланган h_c'' кўпайиб боради. Демак, сакрашнинг баландлиги кўпайиб, шу сакрашдаги энергия йўқолишлари ҳам кўпаяди.

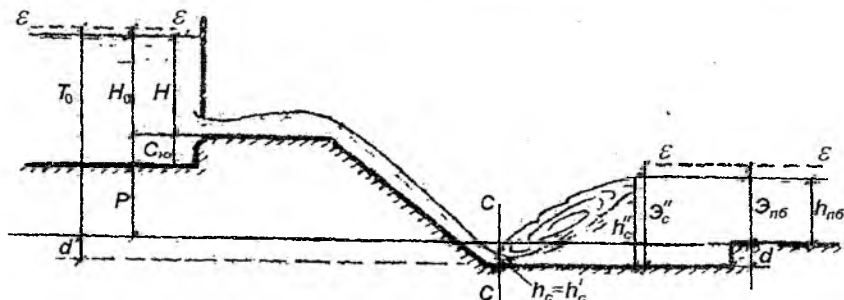
Шу масалада ховузнинг чуқурлиги (d)ни аниқлаймиз. Сакраш сиқилган кесимда бўлиши шarti бажарилиши керак, демак куйидаги тенглама ўринли:

$$\mathcal{E}_c'' = \mathcal{E}_{n\delta} + d$$

бу ерда

$$\mathcal{E}_c'' = h_c'' + \frac{\alpha(v_c'')^2}{2g}; \text{ ёки } \mathcal{E}_c'' = h_c'' + \frac{\alpha Q_{\text{МК}}^2}{2g(\omega_c'')^2}$$

$\mathcal{E}_{n\delta} = h_{n\delta} + \frac{\alpha(v_{n\delta}'')^2}{2g}$ – сакрашдан кейин ва пастки бьефдаги кесимларнинг солиштирма энергиялари.



12.59-расм. Сув ховузчасини ҳисобига доир.

Ҳисоблаш тартиби

1. Пастки бьефдаги кесимнинг солиштирма энергияси аникланади:

$$\mathcal{E}_{n\delta} = h_{n\delta} + \frac{\alpha Q^2}{2g\omega_{n\delta}^2}$$

бу ерда

$h_{n\delta}$ – пастки бьеф чуқурлиги

$$\omega_{n\delta} = (b_{\text{ми}} + mh_{n\delta})h_{n\delta}$$

$b_{\text{ми}}$ – тезокар шаршара куйи қисмининг кенглиги;

$m = 1$ – сув урилма қисмининг қиялик коэффиценти.

2. Ҳисоблашни танлаш усулида ўтказамиз. Ҳовуз чуқурлигига ихтиёрий бир неча қиймат бериб, $h_c = f(T_0^{nb})$ графикдан сикилган кесимдаги чуқурликни аниқлаймиз.

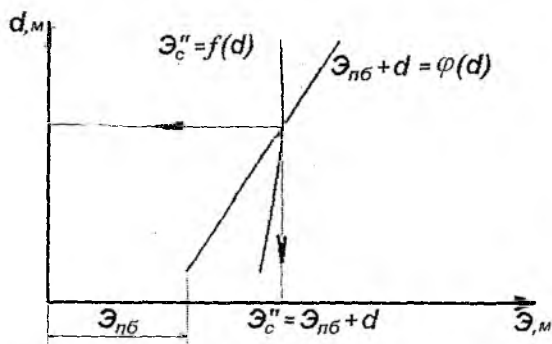
3. Ҳисоблашни жадвалда олиб борамиз:

12.26-жадвал

$d,$ м	$(T_0^{nb} + d),$ м	$h_c,$ м	$h'_c,$ м	$\omega''_c,$ м ²	$\frac{\alpha Q_{МК}^2}{2g(\omega''_c)^2},$ м	$\mathcal{E}''_c,$ м	$\mathcal{E}_{n.б.} + d,$ м
1	2	3	4	5	6	7	8

h_c ва h'_c – $\Pi(h) = f(h)$ сакраш функцияси графикдан d га асосан танланади.

Шу жадвалдаги қийматларга қараб, $\mathcal{E}''_c = f(d)$ ва $\mathcal{E}_{n.б.} + d = \varphi(d)$ графикларни курамиз.



12.60-расм. $\mathcal{E}''_c = f(d)$ ва $\mathcal{E}_{n.б.} + d = \varphi(d)$ функциялар графиклари.

Уларнинг кесишиш нуқтаси қуйидаги шартни бажарилишини таъминлайди: $\mathcal{E}''_c = \mathcal{E}_{n.б.} + d$

Сакраш сикилган кесимда бўлишини таъминловчи ҳовузнинг чуқурлиги (d)ни шу графикдан оламиз.

4. Ҳовузнинг узунлигини Павловский формуласидан аниқлаймиз:

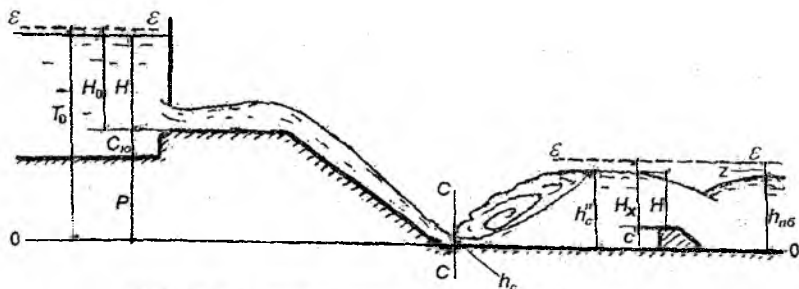
$$l_{хог} = (0,7 \dots 0,8) l_{согр}; \quad l_{сакр} = 2,5(1,9h''_c - h'_c)$$

Б. Энергия сўндирувчи девор (тўсиқ)

Ортиқча кинетик энергияни камайтириш учун энергия сўндирувчи деворни ҳам қўллаш мумкин.

Гидравлик сакраш сиқилган кесимда ҳосил бўлиши учун ушбу деворнинг баландлигини (c) ва девор билан ташкил килинган ховуз узунлиги (l_x) ни аниқлаш керак.

1. Схемани масштабда чизамиз.



12.61-рasm. Энергия сўндирувчи деворни ҳисоблаш схемаси.

Энергия сўндирувчи девор қўмиладиған чуқурликни Z кийматга қўпайтириб, сакрашни хайдалишига йўл бермайди.

Сарф коэффициенти:

$$m \approx 0,40 \dots 0,44$$

Сакраш сиқилган кесимда ҳосил бўлиши учун қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$\mathcal{E}_c'' = H_x + C$$

Шу шартни бажариш учун энергия сўндирувчи деворнинг баландлиги (c) киймат танлаш усулида аниқланади. Чунки, тезоқар шаршаранинг қуйи қўндаланг кесимининг шакли трапеция шаклида бўлиб, деворнинг баландлиги (c) ўзгарган сари девор устидаги кенглиги (b_x) ҳам ўзгаради.

Девор устидаги ҳисобли напорни (H_x) қўмилмаған амалий профиллдаги сув ўтказгичларнинг ҳисоблаш тенгламасидан аниқланади.

H_x – девор устидаги ҳисобли напор.

$$H_x = \left(\frac{Q}{mb_x \sqrt{2g}} \right)^{2/3};$$

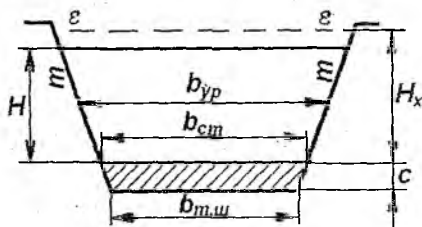
Трапеция шаклидаги каналда девор устидаги кенглиги қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$b_x = b_{\text{мин}} + 2mC + 0,8mH$$

N – девор устидаги напор:

$$H = h_c'' - C$$

h'' — иккинчи туташ чуқурлик.

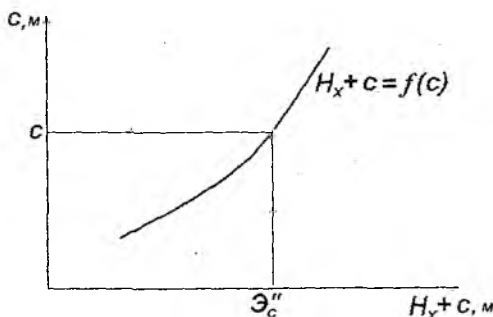


12.62-расм. Ҳисоблаш схемаси.

Деворнинг баландлиги (C) га бир неча ихтиёрий қийматлар берамиз ва $H_x + C = f(C)$ графикни курамиз ва $\mathcal{E}_c$ қийматига асосан, графикдан « C » қийматини оламиз.

12.27-жадвал

C	H	b_x	H_x	H_x+C



12.63-расм. $H_v + C = f(C)$ функция графиги.

Энергия сўндирувчи девор билан ташкил қилинган ховузнинг узунлиги:

$$l_{\text{дог}} = (0,7 \dots 0,8) l_{\text{сакр}}; l_{\text{сакр}} = 2,5(1,9h_c'' - h_c')$$

ХIII боб. ТАЖРИБА МАШҒУЛОТЛАРИ

Хурматли ўқувчи сизга маълумки ҳар қандай фанни ўрганинишиш жараёнида олинаётган назарий билимларимиз амалиёт билан мустаҳкамланиб борилса, бу усул самарадорлиги анча юқори бўлади. Албатта, «Гидравлика» фанини ўрганиш жараёни худди шу тартибда амалга оширилади. Шу сабабли, муаллифлар ушбу бўлимда фанни ўрганиш жараёнида назарий билимларни амалий намоён қилувчи тажриба машғулотларини босқичма-босқич қуйидаги тартибда ўтказилиб борилишини мақсадга мувофиқлигини назарда тутиб, ушбу тажриба машғулотларини батафсил ёритишга ҳаракат қилишди.

№ 1-ТАЖРИБА МАШҒУЛОТИ

Мавзу: Гидростатик босим, унинг хоссалари ва Гидростатик босим катталигини ўлчаш

1. Ишдан мақсад ва масалалар

1. Гидростатик босимнинг ўлчов бирликларини ўрганиш;
2. Гидростатик босим катталигини ўлчаш. Баъзи бир асбоблар тузилиши билан танишиш ва уларнинг қўлланиш соҳаларини ўрганиш;
3. Гидростатик босим хоссаларини ўрганиш.

Буларни билиш учун талабалардан талаб қилинади:

1. Босим асосий ўлчов бирликлари билан танишиш, бир ўлчов бирлигидан иккинчисига ўтишни ўрганиш, берилган босимни ҳар хил ўлчов бирликларида ифодалаш, мисоллар ечиш.
2. Босимнинг ўлчов асбобларини кузатиш, уларнинг тузилишлари ва қўлланилишларини кузатиш, берилган шароитда қайси асбоб ёрдамида босимларни ўлчаш кераклигини ўрганиш.
3. Гидростатик босимнинг хоссасини назарий билган ҳолда, Гортль асбобида шу хоссаларга ишонч ҳосил қилиш.
2. Қисқача назарий маълумотлар

а) Гидростатик босим ва унинг ўлчов бирликлари.

Юзага таъсир этаётган $p_{ур}$ ўртача гидростатик босим деб қуйидаги нисбатга айтилади:

$$p_{ур} = \frac{\delta P}{\delta \omega}$$

бунда, δP – $\delta \omega$ юзага таъсир этаётган босим кучи;

$\delta \omega$ – юзанинг нольга интилгандаги нисбатнинг кийматида берилган нуктадаги гидростатик босим деб аталади.

$$p = \lim \left(\frac{\delta P}{\delta \omega} \right) \delta \omega \rightarrow 0 = \frac{dP}{d\omega}$$

Демак, гидростатик босим суюкликнинг ихтиёрий бирлик юзасига таъсир этувчи микдор экан ва унинг ўлчов бирлиги кучни бирликузага нисбати билан ўлчанар экан. P ҳарфи билан белгиланиб, қуйидаги ўлчов бирликларида ўлчанади; халқаро бирликлар системасида;

$$|p| = \frac{H}{m^2} = Pa$$

Бу ўлчов бирликда босим $\left(\frac{H}{m^2}\right)$ Паскаль деб аталади (Pa). Техник

$$\text{ўлчов бирликда } |p| = \frac{kg \cdot K}{m^2}$$

Босимнинг $\frac{1 kg \cdot K}{cm^2}$ ўлчов бирликда қиймати техник атмосфера (at)

$1 at = 1 \frac{kg \cdot K}{cm^2}$ деб аталади. Босимни (физик) нормал атмосферадаги қиймати 735 мм симоб баландлигига тенг (735 мм Hg) $0^\circ C$ иссиқликда 1,003 at га тенг.

Босимнинг ҳар хил ўлчов бирликларидаги боғланиши қуйидаги жадвалда келтирилган:

№		кгк/м ²	кгк/см ²	атм	мм Hg	Н/м ² =Па	$\frac{KH}{m^2} = KPa$
1	1кгк/м ² 1мм H ₂ O	1,0	10 ⁻⁴	9,68·10 ⁻⁵	7,35·10 ⁻²	9,81	9,81·10 ⁻³
2	1кгк/см ² кат	10 ⁴	1	0,968	735,5	9,81·10 ⁴	98,1
3	1 атм	1,033·10 ⁴	1,0333	1	760	10,134·10 ⁴	1,0134·10 ²
4	1 мм Hg	13,6	1,36·10 ⁻³	1,316·10 ⁻³	1	1,285·10 ²	0,1285
5	1 Н/м ²	0,102	0,102·10 ⁻⁴	0,105·10 ⁻⁴	75·10 ⁻⁴	1,0	10 ⁻³
6	1 КН/м ²	0,102·10 ⁻³	0,102·10 ⁻⁷	0,105·10 ⁻⁷	75·10 ⁻⁷	10 ³	1,0

б) Босимни ўлчаш асбоблари.

Одатда босимларни ўлчашга тўғри келганда тўлиқ абсолют (p) босим ўлчанмасидан унинг атмосфера босимидан катта қийматини манометрик босимни (p_m) ёки атмосфера босимидан кичик вакууметрик (p) босимларни ва икки нуқталар оралигидаги босимлар фарқларини ўлчашга тўғрикелади.

Ушбу босимларни ўлчашда манометр ва вакууметр деган асбоблардан фойдаланилади.

Манометрлар ва вакууметрлар суюкликли ва металлдан ясалган бўлади.

1. Суюкликли манометрлар ва вакууметрлар тартиблари:

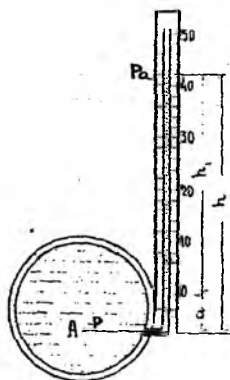
а) Пьезометрлар ёрдамида атмосфера босимидан катта огирлик босимлар ўлчанилади.

Пьезометрлар шиша найчадан иборат бўлиб, диаметри 5 мм дан катта (капиллярлик ҳолати таъсир этмаслиги учун) бўлади. Улар вертикал ҳолатда бўлиб пастки қисми босимни ўлчаш нуктасига туташган бўлиб, устки қисми очиқ атмосфера босими таъсирида бўлади. Нуктадаги суюқлик найчадаги босим таъсирида юқорига кўтарилади. Уни ўлчаш учун найча ёнидаги тахтачага ўлчаш шкаласи ўрнатилган, унинг нол қиймати A нуктадан топилади. 1.1-расм, ҳисоб а.

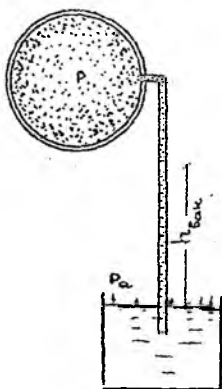
Оғирлик гидростатик босимнинг қиймати ушбу формула орқали топилади.

$$p_{ог} = \gamma h = \rho g h$$

бунда, $h = h_1 + a$



1.1-расм.



1.2-расм.

2. Тескари пьезометр ёки вакууметр (1.2-расм)

Юқоридаги шиша найчани ўзи бўлиб фақат пастка қараб вертикал йўналган бўлади ва идишдаги суюқликка ботирилган бўлади ва атмосфера босимига етмаган босимнинг қийматини яъни вакууметрик босимни кўрсатади.

Вакууметр ёрдамида (атмосфера босимига етмаган тўлиқ абсолют босим қиймати ўлчанади) вакууметрик босим қиймати ўлчанади.

$$h_{вак} = \frac{p_{ат} - P}{\rho g} = \frac{p_{вак}}{\rho g}$$

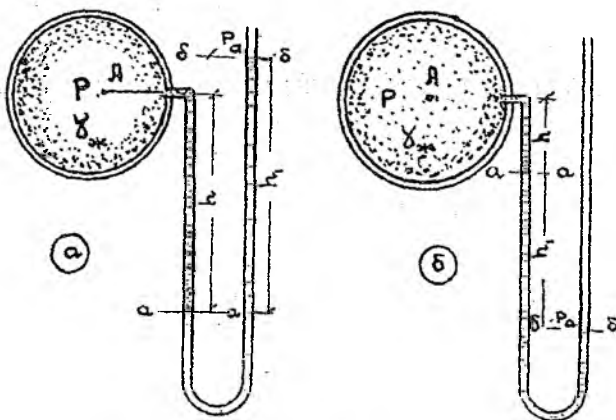
абсолют тўлиқ нуктадаги босим бунда

$$P = p_{ат} - p_{вак}$$

Тўғри ва тескари пьезометрлар асосан тажриба ёрдамида катта бўлмаган (P 0,3 - 0,4 ат) босимларини ўлчашда қўлланилади, чунки шиша найчанинг узунлиги жуда катта бўлмаслиги керак.

Шиша найча кўринишидаги пьезометрлар ёрдамида аниакланган босимларнинг аниқлик даражаси юқори бўлади, чунки шкала ёрдамида 1 мм узунликни аниқлаш мумкин. Икки ва ундан ортиқ нукталар оралиғидаги босимларни фарқини пьезометрлар ёрдамида ўлчанганда аниқлик катта бўлиши учун лупалар ва копуслардан фойдаланилади.

3. U – кўринишидаги манометр (1.3-расм) атмосфера босимидан катта ё кичик бўлган босимларни ўлчаш учун қўлланилади. «U» кўринишидаги манометр – мановакууметр ҳисобланади. Бу асбоб U ҳарфи кўринишида бўлиб, бир томони атмосфера билан туташган очик бўлиб, иккинчи томони эса бизга керакли босимни аниқлаш нуктасига бириктирилган бўлади. Икки тирсаклари ярмигача суюқлик билан тўлдирилган бўлиб, унинг солиштирма оғирлиги γ .



1.3-расм.

A нуктадан ўлчанаётган босим агар $p > p_{atm}$ бўлса, чап тирсакдаги суюқлик пастга тушади (1.3, а-расм) а-а кесимиغا ўнг томондаги тирсакда эса босим б-б кесимга кўтарилади. Шундай қилиб,

$$p + \gamma_{суюк} h = p_{atm} + \gamma h$$

бунда ўлчанган манометрик босим A нуктасида қуйидагича бўлади

$$p_{ман} = p - p_{atm} = \gamma h_1 - \gamma_{суюк} h \text{ га}$$

бу ерда $\gamma_{суюк}$ – идишдаги суюқликнинг солиштирма оғирлиги.

Агар ўлчанаётган босим $p < p_{atm}$ бўлса, бунда чап тирсакдаги суюқлик кўтарилади, а-а кесимдаги (1.3, б-расм) ўнг томондаги тирсакдаги суюқлик пасаяди б-б кесим ва бунда

$$p + \gamma_{суюк} h + \gamma h_1 = p_{atm}$$

бундан

$$p_{\text{вак}} = p_{\text{ат}} - p = \gamma_{\text{суюк}} h + \gamma_1$$

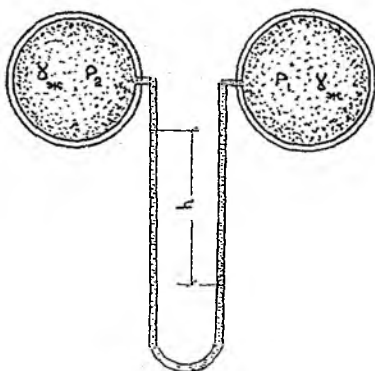
бўлади.

А идишдаги суюкликнинг (газнинг) $\gamma_{\text{суюк}}$ солиштирма оғирлигижуда кичик бўлса, γ га нисбатан унда $\gamma_{\text{суюк}} h$ эътиборга олинмаса ҳам бўлади.

Катта босимларни ўлчаш учун И ҳарфи шаклидаги симобли моно-метрлар кетма-кет уланиб, уларнинг батареясидан фойдаланилади (1.8-расм).

4. Дифференциал манометр (қисқа диффманометр) (1.4-расм) икки нукта оралигидаги босимлар фарқини Δp аниқланади.

Агар иккита нукта бир горизонтал текисликда ётган бўлса, босимлар фарқи куйидаги формула ёрдамида аниқланади.

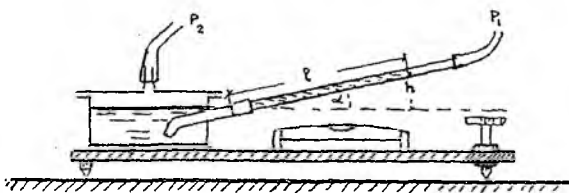


1.4-расм.

$$\Delta p = p_1 - p_2 = (\gamma - \gamma_{\text{суюк}}) h$$

Агар манометрдаги суюклик-нинг солиштирма оғирлиги кувурдаги суюкликнинг солиштирма оғирлигидан γ кам фарқ қилса (ёғ ва сув), унда дифференциал манометр ёрдамида катта аниқликда босимлар фарқини топиш мумкин аксинча, катта фарқлик босимларни ўлчаш учун суюкликларнинг солиштирма оғирликлари фарқи катта бўлиши керак бўлади (сув ва симоб).

5. Қия манометрлар кичик босимларини катта аниқликда ўлчаш учун қўлланилади. Унинг схемаси 1.5-расмда берилган. Бунда вертикал найча қия ҳолда берилган, қиялик бурчаги α ўзгарувчан бўлиши мумкин. Бунда кичик баландлик ўрнига манометрнинг кўрсаткичи нуктадаги босим қия найдаги суюкликнинг узунлиги l орқали анча катта аниқликда ўлчанади.



1.5-расм.

Бунда босимнинг қиймати ушбу формула ёрдамида топилади

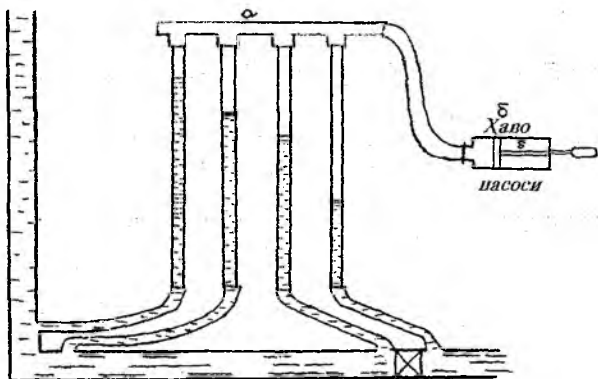
$$p_{\text{и}} = \gamma l \sin \alpha$$

6. Бир канча нукталардаги босимларнинг фарқларини ўлчаш

учун пьезометрлар батареясида яъни, параллел туташган пьезометрлардан фойдаланса бўлади (1.6-расм).

Катта босимларда пьезометрлар узунликларининг узун қилмаслик учун очик пьезометрлар учларини умумий най (а) билан унга ҳаво насоси ўлаб (б), суюклик сиртидаги босимни катталаштирилади.

Шу қурилма ёрдамида битта ва ундан кўп нуқталардаги вакууметрик босимлар фарқини ўлчаса ҳам бўлади. Бунда туташтирувчи най (а) насос ёрдамида ҳаво сийраклаштирилади.



1.6-расм.

II. Металлдан ясалган манометрлар пружинали ва мембранали турларга бўлинади. Пружинали кенг тарқалган манометрлар трубкали манометрлардир (1.9-расм). Эгилган ичи бўш латун трубкалигидир.

Трубканинг кесими обвал ёки эллиптик шаклда бўлади. Трубканинг охириги бўш қисми беркитилган бўлиб, бошқа пастки қисми босимни ўлчаш нуқтасига бириктирилган бўлади. Беркитилган қисми трубканинг узатувчи механизм ёрдамида босимни кўрсатувчи стрелка билан бириктирилган босим шкаласи ёрдамида нуқтадаги босимни қийматини кўрсатади. Манометрни ишлаш майдонини кўрсатувчи чизик манометр шкаласида кўрсатилган. Трубка шкаласидаги махсус манометрлар ёрдамида 10000 атм. гача оғирлик босимларни ўлчаш мумкин.

Мембранали манометрлар ёрдамида 0,2 дан 3 атмгача босимлар ўлчанади. Мембранали манометр схемаси 1.10-расмда кўрсатилган.

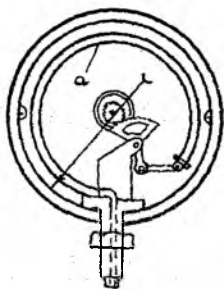
в) Гидростатик босим хоссалари.

Гидростатик босим қуйидаги хоссаларга эга:

1. Юзага таъсир этувчи гидростатик босим ички нормал бўйича тик йўналган.

2. Берилган нуктадаги гидростатик босимнинг қиймати юза нинг нукта атрофида ўзгариши билан ўзгармайди, нуктанинг координатига (суюқлик сиртидан нуктанинг чуқурлигига) ва суюқлик зичлигига боғлиқ бўлади.

Гидростатик босимнинг ушбу хоссаси Гортль асбобида кузатиш мумкин.



1.9-расм.

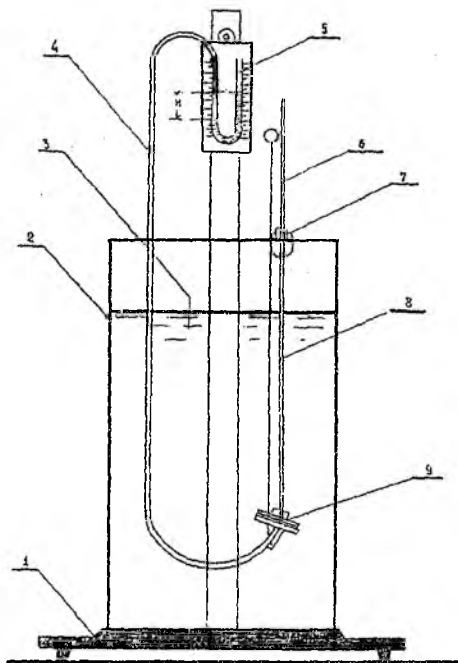


1.10-расм.

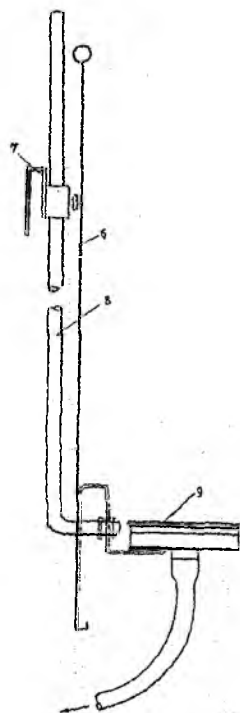
3. Гортль асбобини тушунтириш

Гортль асбоби (1.11-расм) суюқлик тўлдирилган идишдан (2) унга ботирилган кичик доира шаклидаги идишчадан (3) бир томони юпка қопламадан иборат бўлиб мембран босим таъсир этувчи юза дан иборат.

Суюқлик босими юпка қопламага таъсир этади ва найга (4) орқали босим U ҳарфи шаклидаги манометр (5) га узатилади, ундаги суюқлик сиртлари фарқи юпка қопламага таъсир этаётган босимни кўрсатади. Идишга симоб ёрдамида бириктирилган бўлиб ундан чуқурликни, яъни суюқлик сиртидан юзагача бўлган чуқурлик ўлчанади ва бир нуктада бириктирилиб юза ни (сим илгак ёрдамида) эркин бурилиши мумкин.



1.11-расм.



4. Керакли асбоблар.

1. Манометрлар: пьезометрлар, вакууметр шаклидаги пьезометр, дифференциал манометр, микроманометр. Батареяли манометр, пружинали манометр, мембранали манометр в.б.
2. Гортль асбоби.

5. Ишнинг бажарилиши ва мазмуни.

Ўлчов бирликлари билан танишиб, ушбу масалаларни ечинг:

1-масала.

а) 3 ат босим Паскалда ва мм симоб устуни, м сув устуни баландлигида кўрсатилсин;

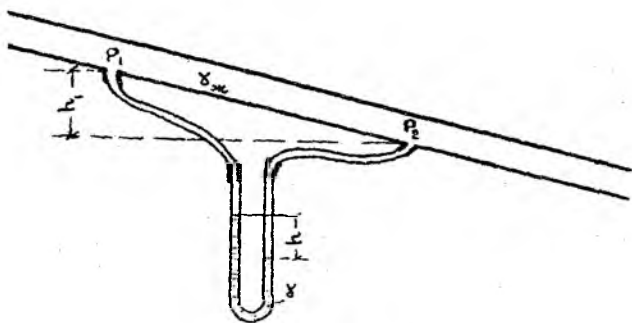
б) 0,4 м H_2O босим Паскалда, $атм$ ва $ат$ кўрсатилсин.

в) Нормал босим H м денгиз сатҳидан баландликда p мм симоб устуни (мм Hg).

Ушбу босим $ат$, $атм$ ва Паскалда берилсин.

2-масала.

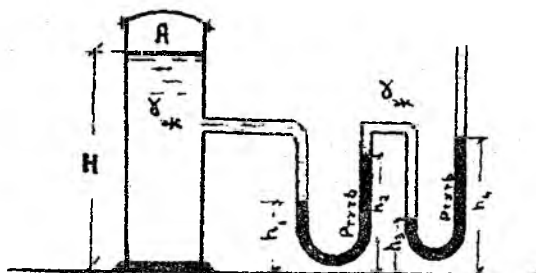
1.7-расмда кўрсатилган қия қувурдаги $P_1 - P_2$ босимлар фарқи дифференциал манометр ёрдамида ҳисоблаш формуалсини келтириб чиқарилсин.



1.7-расм.

3-масала.

Ёпик цилиндр шаклидаги идиш суюклик сиртидаги p_0 босим топилсин (1.8-расм), батарея шаклидаги симобли манометр ёрдамида ушбу берилган қийматлардан.



1.8-расм.

Рахбар томонидан бошқа масалалар ҳам берилиши мумкин.

б) Босимни ўлчаш асбоблари билан танишиб:

1. Қувурларда олинган иккита (учта) нуқталардаги босимлар фарқини ўлчансин.
2. Рахбар томонидан берилган шароитларга манометрлар тайинлансин.
3. Гортль асбобида гидростатик босим хоссаларини ўлчаш учун тажриба ўтказилсин.

Тажрибада идишчани юпка қопламасини сувга ботириб кузатиш мумкин.

1. Юпка қоплама гидростатик босим таъсирида идиш ичкарасига эгиледи.
2. Чуқурликнинг катталашishi билан манометрларнинг кўрсаткичи катталашади.
3. Идишчани бирор нуқтада бириктириб ва горизонтал ўқи атрофида айлантирсак, босимни ўзгартиришини юзага таъсир этаётган киймати ўзгармаслигини манометр кўрсаткичидан кўра бўлади.
4. Идишчани бир хил суюқликларда маълум чуқурликка ботирилганда, оғир суюқликларда манометрик кўрсаткичи катта бўлади.

6. Бажарилган ишлар ҳисоби.

Бажарилган ишлар ҳисоботи қуйидагилардан иборат:

- а) 1, 2, 3 масалаларни ечиш;
- б) 3 хил манометрлар схемасини келтириш;
- в) Қувурларда олинган нуқталардаги босимлар фарқини схемада кўрсатиш ва уларни ўлчашни қуйидаги жадвалда келтириш:

Пьезометрлар	1	2	3	4	5
Пьезометрлар кўрсаткичи					
Босимлар фарқи					

г) § 5.2, б да келтирилган схема ва унинг ўлчов бирликлари (агар талаб қилинса) манометрларни берилган шартга асосан тушунтирилсин.

3. қувур бўлимларида манометрлар ёрдамида босимларини аниқлаш ва уларнинг фарқлари.

4. Тажриба ишининг якуни.

2-ТАЖРИБА МАШҒУЛОТИ ОДДИЙ ГИДРАВЛИК МАШИНАЛАР БИЛАН ТАНИШИШ

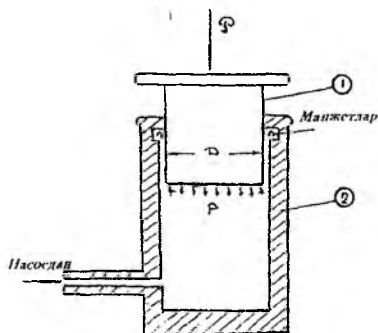
1. Ишдан мақсад ва масалалар

1. Оддий гидравлик машиналарни ишлатилиши ва қурилмалари билан танишиш;
2. Клапан (қопқоқ)ларнинг ишлаши ва уларнинг кераклиги билан танишиш;
3. Гидравлик машиналарни ишлашга тайёрлашни ўрганиш.

2. Ишни бажариш учун керакли нарсалар:

1. Гидравлик машиналарни ишлашга тайёрлаш.
2. Машинанинг ишчи суюқлигини гидростатик босимни аниқлаш ва машинани ишлашга (қучланишга) тайёрлаш:
 - а) асбоблар ёрдамида
 - б) ҳисоблаш ёрдамида
3. Клапанларни ишлашини кузатиш.
4. Машинани схемасини (клапанлар билан бирга) қўринишини чизиш.
5. Гидростатик босимни берилган қийматлар бўйича масалалар ечиш.

Гидравлик машиналар устида қисқача назаний маълумотлар.



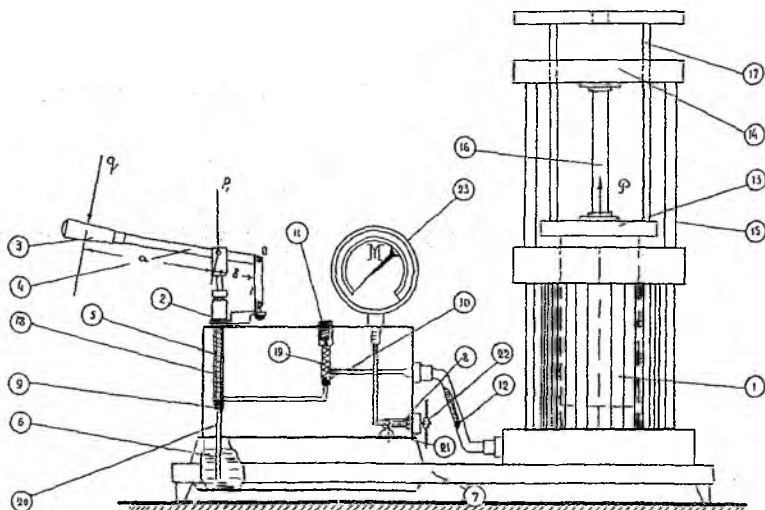
2.1-расм. Гидравлик цилиндр.

лик кранлар, гидравлик кўтариш машиналари в.о. қиради. Ушбу машиналарнинг ишлаш принципи суюқлик сиртидан берилган босимларнинг

суюклик ичида ҳамма томонга бир хил тарқалишига (Паскаль конунига) асосланган.

Гидравлик пресслар ва домкратлар катта кўтарма кучларни ҳосил қилади, масалан юкларни кўтариш, преслаш, қурилиш материалларини сиқиб текшириш ва ҳ.к.

Гидравлик пресс (2.2-расм) гидравлик цилиндрдан (1) катта поршен юзаси ва поршенли насосдан (2) кичик поршен юзаси ω дан



2.2-расм. Гидравлик пресс.

Поршенли насослардаги (4) рычагнинг қўлига (3) кичик куч q билан таъсир этиб унинг елкалари «а» ва «в» бўлганда анча катта p_1 кучини ҳосил қилинади: p_1 -насос штагига (симига) таъсир этаётган, у тенг:

$$p_1 = q \frac{a+b}{b}$$

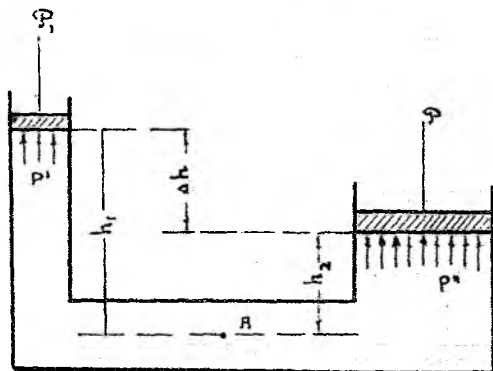
Бунда, пресс ичидаги суюкликнинг насос поршени остидаги гидростатик босими куйидаги нисбат орқали топилади

$$p = \frac{p_1}{\omega} = \frac{q}{\omega} \frac{a+b}{b}$$

Гидравлик цилиндр поршенига таъсир этаётган гидростатик босим p га тенг бўлиб, гидравлик пресс ҳосил қилган куч P ни (ишқаланиш кучи ҳисобга олинмаганда) топиш мумкин

$$P = p\Omega = \frac{a+b}{b} \frac{\Omega}{\omega} q = n \left(\frac{D}{d} \right)^2 q$$

бунда, n – рычаг қўлидаги елкаларининг нисбати.



2.3-рasm.

Насос поршени ҳаракатланишидан ҳосил бўладиган ишқаланиш кучларини ҳисобга олмаймиз. Поршени битта горизонтал текисликда ётмаган бўлса (2.3-рasm) худди бир хил суюқлик қўйилган туташ идишлардагидек, суюқлик сиртидаги босимлар ҳар хил бўлганда хоҳлаган суюқлик ичида олинган A нукта учун қуйидагиларни ёзиш мумкин

$$p' + \gamma h_1 = p'' + \gamma h_2$$

бу ерда

$$p' = \frac{P_1}{\omega}; \quad p'' = \frac{P}{\Omega}$$

ва γ суюқликнинг солиштирма оғирлиги, катта поршендаги гидростатик босим қуйидагига тенг бўлади

$$p'' = p' + \gamma h_1 - \gamma h_2 = p' + \gamma (h_1 - h_2)$$

ёки белгилаб $h_1 - h_2 = \Delta h$ топамиз

$$p'' = p_1 + \gamma \Delta h$$

Одатда қўшимча босимни суюқлик баландлиги кичик Δh бўлганлиги сабабли ҳисобга олинмаса ҳам бўлади, яъни $P' = P'' = P$.

Гидравлик цилиндрдаги кучни ҳосил қилинганда ишчи суюқлиқни (ёғ) босими ёнбош поршен сирти билан цилиндр сирти ораллигидаги ишқаланиш кучи « T » ни эътиборга олиш керак (поршен ҳаракатланганда магнит билан ҳосил қилинган ишқаланиш кучини).

Гидростатик босим манжетни поршенга сиқилишидан ҳосил бўлган куч

$$F = P h \pi D$$

га тенг бўлади.

бунда h – манжет ишчи баландлиги;

D – катта поршен диаметри.

Ҳосил бўлган ишқаланиш кучи тенг бўлади

$$E = fF$$

бунда, f – ишқаланиш коэффиценти.

Чармдан ясалган манжет билан металдан ясалган поршен оралигидаги ишқаланиш бўлганда

$$f = 0,15 \dots 0,20$$

Гидравлик цилиндр ҳосил қилган фойдали куч қуйидагича топилади

$$R = P - G - T$$

бунда G – юк билан поршен оралиги .

Одатда поршен оралиги юқорига кўтарилаётган юкнинг оғирлигидан анча кам бўлганлиги сабабли ва юқорига кўтарилиш кучидан ҳам эътиборга олинмайди.

Гидравлик машиналарнинг фойдали иш коэффиценти η , вақт бирлигида бажарилган фойдали ишни шу вақтда g кучи таъсиридаги Ag ишга нисбатига айтилади.

$$\eta = \frac{An}{Ag}$$

бунда v – гидравлик цилиндрдаги поршеннинг ҳаракат тезлиги;

v_g – g кучи қўйилган нуктанинг ҳаракат тезлиги.

Поршенлар ҳаракатланганда насос поршени остидан чиқаётган суюқлик ҳажмига тенг бўлади.

Насос поршени орқали вақт бирлигида сиқиб чиқарилаётган суюқлик ҳажми

$$W_1 = \omega v_1$$

бунда, v_1 – насос поршени ҳаракати тезлиги, қуйидаги нисбат билан топилади

$$\frac{v_1}{v_g} = \frac{b}{b+a} = \frac{1}{n}$$

бунда n – қўл ричаги елкаларининг нисбати.

Натижада

$$v_1 = \frac{v_g}{n} \text{ ва } W_1 = \frac{v_g}{n} \omega$$

Гидравлик цилиндрга тушаётган поршен остидаги суюқлик ҳажми

$$W_2 = \Omega v$$

ҳажмлар W_1 ва W_2 тенглигидан топамиз

$$v_g \frac{\pi d^2}{4} \frac{1}{n} = \frac{\pi D^2}{4} v$$

бундан

$$\frac{v}{v_g} = \frac{1}{n} \left(\frac{d}{D} \right)^2$$

келтирилган қийматлар нисбатига асосан фойдали иш коэффициенти қиймати қуйидаги формула орқали топиш мумкин

$$\eta = \frac{1}{n} \left(\frac{d}{D} \right)^2 \frac{R}{q} = \frac{R}{P}$$

қуйида оддий гидравлик машиналар тушунтирилиши келтирилган.

3. Керакли маълумотлар.

Юқоридаги ишларни бажариш учун қуйидаги қурилмалардан фойдаланишга тўғрикелади:

1. Гидравлик пресс ёки домкрат (қўшимча қурилмалар билан бирга).
2. Синаш учун нусхалар.
3. Штангенциркуль.
4. Ўлчаш линейкаси.

Гидравлик прессга қўшимча қурилмалар:

1. Стерженни эги учун ёки брус тахтача.
2. Стерженни чўзиш учун.
3. Металл пластинкани босим орқали тешиш учун.

4. Оддий гидравлик машиналарни тушунтириш (таърифлаш).

1. Гидравлик пресс.

а) прессни тушунтириш:

Гидравлик пресс қуйидаги асосий қисмлардан иборат: (2.2-расм); гидравлик цилиндрдан (1), насосдан (2), кичик поршенли (5) ва шарсимон клапанлардан (9,10), пресс қўлидан (3), ричагдан (4), металл манометрдан (23), ёғ идишдан (6), тагидан (7), чиқариш клапанли қурилмалардан (8), сакловчи клапанлардан (11), туташтирувчи най кувурлардан (12).

Кўргазмали прессни яхши томонлари кўриниб туришги учун тиник ойнадан ясалган. Гидравлик цилиндрлик поршен пастки (13) ва юқorigи (14) пойдеворлар билан устун (15) маҳкамланган. Пойдеворлар орасига тажрибада ўтказадиган нусхалар (16) жойлаштирилади. Тажриба нусхаларни чўзиб узиш учун П ҳарфи шаклидаги (17) қурилмадан фойдаланилади.

Сўрувчи клапан (10) спираль шаклидаги пружина (19) ёрдамида сикилиб поршен тўхтаганда клапанни тез беркитади. Шундай қурилма насос клапанларини узлуксиз ишлашни таъминлайди. Насосга ёғ вертикал сўрувчи най (20) орқали киради, бу най насос сўрувчи клапанни тагидан ёғ идишнинг тубигача қилинган бўлади. Гидравлик цилиндрга ёғ туташтирувчи найлар орқали ўтади (12), цилиндрдан туташтирувчи

найлар оркали (12) агар клапан очилган бўлса, трубка (2) оркали, вентел (22) оркали ёғ идишга қайтиб тушади.

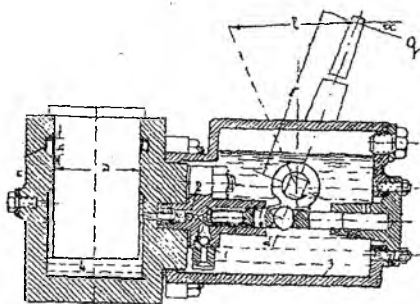
б) пресснинг ишлаш ҳолати.

Гидравлик пресс қўлини юқорига қўтарганда насос поршени ҳам юқорига қўтарилади поршен остида сийраклашиш ҳосил бўлади.

Сўрувчи клапан эгардан қўтарилиб ёғ идишдан (6) насос поршени остига қўтарила бошлайди. Сўрувчи най (20) оркали насос поршени қўтарилиши тўхтатиш билан сўрувчи шар шаклидаги клапан ўз оғирлиги таъсирида ва пружина (18) ёрдамида эгарга ёпишиб ёғни идишга қайтишига йўл қўймайди.

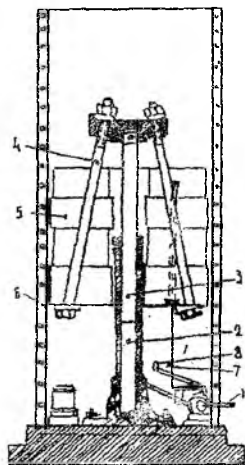
Босимли клапан насос поршени қўтарилганда эгарга ёпишиб гидравлик цилиндрдан ёғни насосга ўтказмайди.

Пресс қўлини туширилганда насос поршени пастга ҳаракатланади. Насос поршени остидаги ёғ сурилишида сўрувчи клапани эгарга ёпишади, босимли шар шаклидаги клапан босим ёрдамида қўтарилади ва ёғ катта поршенни юқорига қўтарилишига мажбур этиб қўтарилади.



2.4-расм. Гидравлик домкрат.

1-Сўрувчи клапан. 2-босим шосил =илувчи клапан. 3-резервуар корпуси. 4-гидравлик клапан.



2.5-расм. Гидравлик аккумулятор.

Пресс юк қўйилган ҳолда металдан ясалган манометр ёғ ичидаги гидростатик босимни техник атмосферада кўрсатади. Прессни қайтадан яна ишлатиш учун ёки гидравлик цилиндрдаги ёғни идишга қайтадан тушириш учун вентел (22) очилади ва катта поршенга сикилувчи куч билан таъсир этилиб босим оркали ёғ поршен остидан найга (12) оркали ёғ идишга хайдалади.

в) гидравлик домкрат.

Гидравлик домкратнинг ишлаш усули худди гидравлик пресс ишлаш усулига ўхшаш бўлади. Оғир бўлмаган ва кичик ўлчовдаги домкрат жуда қулай бўлиб, юк кўтарувчи машина сифатида фойдаланилади. Гидравлик домкратнинг ишлашини 2.4-расмда кузатишимиз мумкин.

г) гидравлик юкли аккумулятор.

Кичик насос қурилмаси ёрдамида катта қувватга эга бўлган пресслашга мўлжалланган юкли гидравлик аккумулятор (2.5-расм) жуда кенг тарқалган.

Гидравлик аккумулятор қурилмаси қуйидагилардан иборат. Сув катта босим остида насосдан трубка (1) орқали цилиндр (2)га узатилади, плунжер (3) ҳаракатланади. Плунжер бошига ёнбошдан тортувчи (4) қурилмалар ёрдамида юк (5) қўйилган, плунжер (3) билан бирга ҳаракатланувчи цилиндрлик башня (6) мустақкам пойдеворга ўрнатилган.

Плунжерни қайтадан юқорига кўтарилиши унга суюқлик томонидан таъсир этувчи босим кучига у ишқаланиши кучи ва ҳаракатланувчи аккумулятор қисмидан катта бўлиши керак.

Юкли аккумулятор томонидан таъсир этаётган гидростатик босим (ҳаракатланувчи массанинг тезланишини ҳисобга олмаганда) ҳаракатланувчи аккумулятор қисмларининг оғирлигива плунжер кўндаланг кесими юзаси орқали топилади. Пресслаш қурилмаларида аккумулятор энергияни қабул қилувчи ҳисобланиб прессларнинг кам ишлаган пайтларида энергия манбаи ҳисобланиб, насос сарфи кам бўлганида қўл келади.

Юкли аккумуляторнинг юқориги ҳолатида чегарали сакловчи клапан тортувчи (7) сим ёрдамида очилади, юкли аккумулятор тезлиги дроссель клапан ёрдамида кичраяди, (8) ричагни таъсир этиш билан дроссел клапани аккумулятор постини босим билан таъсир этади.

5. Ишнинг бажарилиш тартиби ва мазмуни.

1. Гидравлик пресс ишлаши ва тузилиши билан танишгандан сўнг унга тажриба ўтказиш мақсадида намуна ўрнатилади ва то нусха сингунча деформациялантиради (чўзилиш, сиқилиш, эгилиш ва х.к.).

Тажриба ўтказиш ёрдамида қуйидагиларни топиш керак:

а) Нусхага таъсир қилувчи кучни ва гидравлик пресс нусхани бузилишдаги кучи;

б) Пресс қўлига қўйилган куч;

в) Гидравлик пресс фойдали иш коэффициентини η .

Тажриба ўтказилиб, қуйидагилар топилади:

1. Манометрни максимал кўрсаткичини $P = P_{\text{max}}$

2. Насос поршенининг диаметри ва гидравлик цилиндр поршени ҳолда пресс қўли ричагининг узунликлари.

3. Нусха (ёки юк) огирлиги G (агар огирли к кичик бўлса, ҳисобга олмаслик ҳам мумкин).

Чарм манжет баландлиги h ва чарм манжет билан металл поршен оралиғидаги ишқаланиш коэффициенти

$$h = \text{см} \quad f = 0,15 \dots 0,20$$

II. Гидравлик пресс сакланувчи клапанларининг ишини ўрганиш.

III. Масалаларни ечиш.

I. Қуйидаги кийматлар берилган ҳолда гидравлик домкрат қўлидаги (2.4-расм) q куч топилин:

Қўтарувчи юкнинг огирлиги $G =$ кг

Домкрат фойдали иш коэффициенти $\eta =$

Қўл ричаги елкаларининг нисбати $n =$

Катта поршен диаметри $D =$ см

Кичик поршен диаметри $d =$ см

Қўлнинг узунлиги $m =$ см

2. Гидравлик домкратнинг катта поршенини $h =$ см баландликка канча вақт сарфланишини қўлнинг тушиб чиқиши минутига K бўлса ва унинг қулочи l қ см бўлганда топинг.

6. Тажриба натижаларини тартибни кўрсатиш ва бажариш.

Ўтказилган тажриба ишлари натижалари ҳисобот дафтарыда келтирилади, унда:

1. Гидравлик пресснинг схемаси келтирилади, унинг ўлчовлари маълум масштабда берилади, клапанлар кўрсатилади ҳамда кучларни топиш ҳисоблаш формулалари келтирилади.
2. Тажриба нусхаси ўлчовлари ва улар қандай деформацияланганлиги қисқача келтирилади (тушунтирилади).
3. Гидравлик пресс ва манометрларнинг кўрсаткичи ёрдамида жадвалда асосий ўлчанган ўлчовлари келтирилади.
4. 2-мавзуда келтирилган формулалар ёрдамида нусхага таъсир этувчи R кучи P пресс ҳосил қилувчи куч нусха бузилишидаги ҳамда поршенли насос қўлига қўйилган q кучи топилади. Ҳамма натижалар жадвал ёрдамида бажарилади.
5. 5-мавзуда келтирилган 2 та масалани ечими ҳисоботда келтирилсин.

3-ТАЖРИБА МАШҲУЛОТИ БЕРНУЛЛИ ТЕНГЛАМАСИНИНГ НАМОЙИШИ

1. Ишдан мақсад ва масалалар

1. Қисқа ўзгарувчан кесимли қувурларда Бернулли тенгламасини кузатиш.
2. Пьезометрик босим баландлиги чизикларини бажарилган амалий тажриба кийматлари асосида куриш.
3. Кесимлар оралиғидаги ва оқимнинг ҳаракат узунлигида йўқотилган босим баландликларини аниқлаш.
4. Сув струйкали насос ишини кузатиш.

Бунинг учун қуйидагилар керак бўлади:

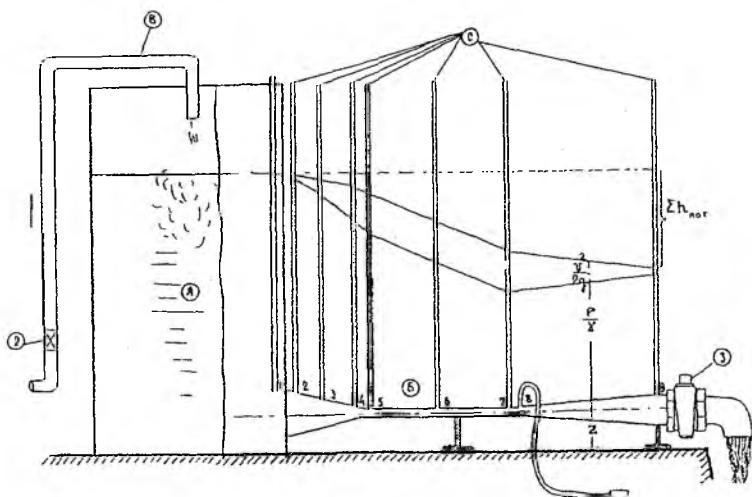
1. Қисқа ўзгарувчан кесимли қувурларда унинг схемаси 3.1-расмда келтирилган:

а) ҳар хил сарфларни қувурдан ўтказиб, пьезометрларда мусбат ва манфий (вакууманометрик босимларни ҳосил қилиб, қувурнинг тор кесимида сувнинг сурилишини кузатиш);

б) пьезометрлар ўрнатилган кесимлар ўлчовларини ва уларнинг оралиқ ўз узунликларини ҳамда берилган сарфда кесимлардаги тезликларни аниқлаш;

в) пьезометрларни кўрсаткичларини аниқлаш ва пьезометрик, босим баландлиги (напор) чизикларини чизиб, кесимлар оралиғидаги йўқотилган босим баландликларини бир-бири билан солиштириш.

2. Сув струйкали насоснинг тузилиши ва ишлаши билан танишиш.



3.1-расм.

2. Қискача назарий маълумотлар

Икки kesim оралиғидаги баландликларнинг (z_1 ва z_2) гидродинамик босим баландликларини $\left(\frac{P_1}{\rho g}$ ва $\frac{P_2}{\rho g}\right)$ ва $\frac{v_1^2}{2g}$ ва $\frac{v_2^2}{2g}$ ўртача тезликларини бир-бири билан боғловчи баркарор силлиқ ўзгарувчан ҳаракат учун Бернулли тенгламаси ҳисобланади, у ихтиёрий ўтказилган горизонтал 0-0 текислигига нисбатан 1-1 ва 2-2 (3.2-расм) kesimларга нисбатан қуйидагича ёзилади

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_{\text{гир}(1-2)}$$

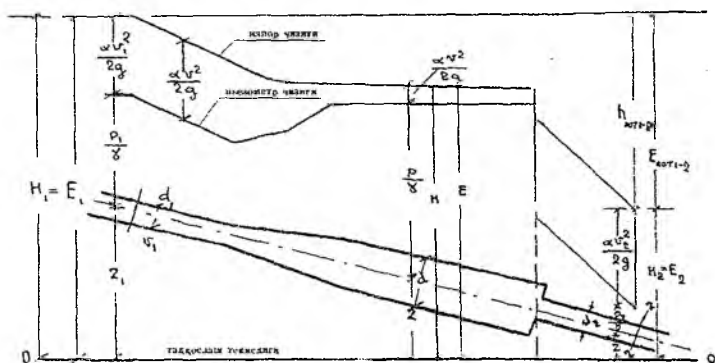
ёки

$$E_1 = E_2 + E_{\text{гир}(1-2)}$$

Бернулли тенгламаси оғирли к бирлигидаги суюқликнинг энергиясини кўрсатиб, биринчи kesimдаги нисбий энергия E тенг иккинчи kesimдаги E_2 қўшилган нисбий йўқотилган $E_{\text{гир}(1-2)}$ икки kesim оралиғидаги кўрсатади.

Оқим солиштирма энергияси қуйидагилардан иборат:

а) kesimда олинган нуктанинг солиштирма энергияси (z), у (баландлик 0-0 текислигига нисбатан) тирик kesimдаги хоҳлаган нуктанинг ихтиёрий ўтказилган солиштириш 0-0 текислигига нисбатан тенг;



3.2-расм.

б) ўша нукта учун олинган солиштирма босим $\frac{P}{\rho g}$ энергияси.

Бунда $z + \frac{P}{\rho g}$ 0-0 солиштирма текислигига нисбатан олинган нисбий потенциал энергияни билдиради;

в) $\frac{\alpha v^2}{2g}$ нисбий кинетик энергия. Бунда α – кинетик энергия коэффиценти. Бернулли тенгламасини яна қуйидагича кўрсатса ҳам бўлади

$$H_1 = H_2 + H_{\text{ггк}(1-2)}$$

Биринчи кесимдаги гидростатик босим баландлиги (напор) (H_1) иккинчи кесимдаги гидродинамик босим (H_2) баландлиги билан йўқотилган $H_{\text{ггк}(1-2)}$ кесимлар оралиғидаги босим баландликлари йи/индисига тенг.

Берилган кесимдаги гидростатик босим баландлиги қуйидагидан иборат:

а) солиштирма текислигига нисбатан олинган пьезометрик босим баландлигидан, яъни $z + \frac{P}{\rho g}$ га тенг, бунда z – берилган кесимда олинган хоҳлаган нуктанинг координатаси, $\frac{P}{\rho g}$ шу нуктадаги гидродинамик босимнинг пьезометрик баландлиги;

б) $\frac{\alpha v^2}{2g}$ тезликдан ҳосил бўлган баландлик.

Куворлар узунлигидаги, босим баландликларини ўзгариши қуйидаги чизиклардан иборат:

1. Гидродинамик босим баландлиги чизиги босим баландлиги чизигидан;
2. Пьезометрик босим баландлиги чизиги ёки пьезометрлар баландлиги – пьезометрик чизик.

Босим баландлиги чизиги тўлиқ нисбий энергияни, пьезометрик чизик нисбий потенциал энергияни, пьезометрик чизик нисбий потенциал энергияни 0-0 текислигига нисбатан олинганлигини кўрсатади (3.2-расм).

Ўзгарувчан кесимли горизонтал ўқли куворларда ($z_1 = z_2$), солиштириш текислиги шу ўқдан ўтганда ($z = 0$) Бернулли тенгламаси ёпишқок бўлмаган (идеал суюқликлар $h_{\text{ггк}} = 0$) учун қуйидаги кўринишга келади

$$H = \frac{P}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g} = const$$

Тенгламадан кўриниб турибдики, қанча тезлик катта бўлса, босим шунча кичик бўлади.

Сарф тенгламасини қўлласак,

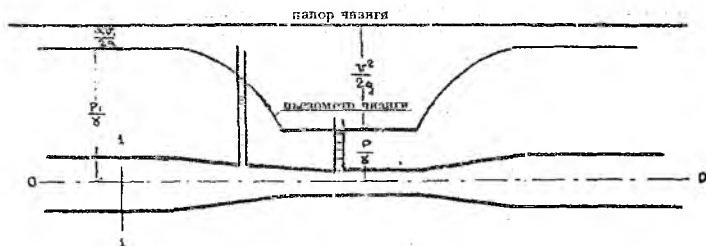
$$Q = \omega v$$

ҳосил бўлади

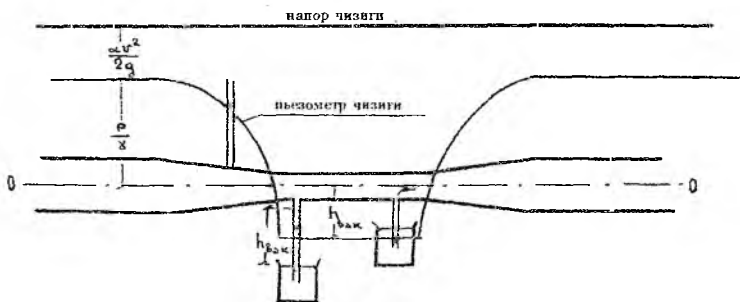
$$H = \frac{P}{\rho g} + \frac{\alpha Q^2}{2g\omega^2} = const$$

Тенгламадан кўриниб турибдики, кувур кесими қанча катта бўлса, пьезометрик босим ҳам шунча катта бўлади ёки аксинча (3.3, а-расм).

Жуда кичик кесимда ва катта тезликларда манометрик босим манфий бўлиб, вакуум $P_{\text{вак}}$ (3.3, б-расм) ҳосил бўлади.



3.3, а-расм.



3.3, б-расм.

Агар сув сатҳи унга туширилган пьезометрдаги кам бўлса, сув идишдан пьезометр оркали кувурга сурилади.

Шу аснода сувни кўтарилиш (сув струйкали насослар), қурилмалари суюкликни сўрувчи (эжекторлар) ва босим билан итарувчи (ижекторлар) ҳамда суюкликни ва тупрокларни кўтариб берувчи (гидро-элеваторлар) ишлайди.

Реал ёпишқоқ суюкликларнинг текис ҳаракатида қувурларда горизонтал ҳаракатда йўқотилган энергия потенциал энергия ҳисобига бўлиб пьезометрик босим баландлиги камаяди.

Босим баландлиги чизиғи идеал суюкликларда горизонтал ҳолатда бўлса, реал ёпишқоқ суюкликлар ҳаракатида эса оқим томонга пасайиб ҳаракатланувчи чизикдан иборат бўлади.

Босим баландлиги чизиғини узунлик биригидан пасайишига *гидравлик нишаблик* деб аталиб, у ҳамма вақт мусбатдир.

Пьезометрик чизик ёпишқоқ суюкликлар ҳаракатида бир хил кесимдаги қувурларда горизонтал, тораювчи кесимли қувурларда эгри чизикли кенгаювчи кесимли қувурларда оқим томон кўтарилувчи бўлади.

Реал ёпишқоқ суюкликлар ҳаракатида пьезометрик чизик бир хил кесимдаги қувурларда пасаювчи тўғричизик (3.2-расм). Тораювчи қувурларда эгри чизик ҳаракат томон пасаювчи ёки аксинча кенгаювчи қувурларда ва йўқотилган ишқаланиш энергиясидан иборат.

Пьезометрик чизикнинг узунлик бўйича пасайишига пьезометрик нишаблик деб аталади ва у пасаювчи (мусбат) ёки кўтарилувчи (манфий) бўлиши мумкин.

Цилиндрик қувурларда узунлик бўйича йўқотилган энергия (босим баландлиги) қуйидаги формула ёрдамида топилади

$$h_{\text{и.к}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$$

Бунда квадрат майдондаги суюкликларнинг турбулент ҳаракатида қувурларда Маннинг формуласидан фойдаланганда

$$\lambda = \frac{125n^2}{\sqrt[3]{d}}$$

бунда n – қувур ички деворларининг ёдир-будурлик коэффиценти, бундан

$$h_{\text{и.к}} = \frac{125,16n^2}{\pi^2 2g} \frac{l}{d^{5,33}} Q^2 = 10,3n^2 \frac{l}{d^{5,33}} Q^2$$

(10) формуладан кўриниб турибдики, йўқотилган босим баландлиги $d^{5,33}$ тескари пропорционал, у қувурнинг диаметрига боғлиқ бўлиб, диаметр икки баробар кискарганда йўқотилган босим баландлиги 40 марта ошади.

3. Керакли курилмалар.

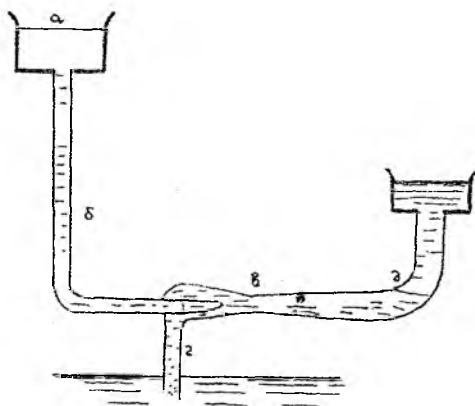
1. Бернулли тенгламасини тажриба орқали кузатиш учун курилма.
2. Сув струйкали насос ишини кўрсатувчи курилма.
3. Ўлчаш линейкаси.
4. Сарфни топиш ўлчовли идиш.
5. Торозлар.
6. Секундамеръ.
7. Штангенциркуль.
8. Стакан.

4. Тажриба курилмасини таърифлаш.

I. Бернулли тенгламасини тажрибада ўрганиш курилмаси (3.1-расм) (А) идишдан унга туташтирилган ўзгарувчан кесимли (Б) қиска кувурдан иборат. Идишдан суюклик сатҳини кўтарилиш баландлигини аниклаш учун унга металл мослама орқали пьезометр уланган. Идишга сув (В) кувур ёрдамида лабораториядаги босимли идишдан келтирилади. Тушаётган сарфни ўзгартириб туриш учун (2) кран ўрнатилган.

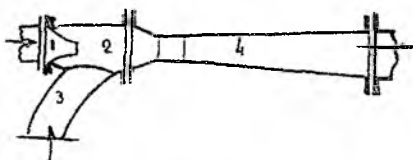
Кувур Б нинг охирида (3) кран ўрнатилган бўлиб, у сарфни кувурдаги микдорини ўзгартириш учун хизмат қилади. Кувур кесимларга металл мосламалар ўрнатилиб, унга батарея пьезометрлар найчалари (С) ўрнатилган. 3 металл мосламага кувурнинг қиска кесимига шланк орқали найча уланган. Унинг ёрдамида мусбат (манометрик), манфий (вакууметрик) босимларни кузатиш ва ўлчаш мумкин ҳамда вакуум бўлганда сувнинг кувурга сурилишини ҳам кузатиш мумкин бўлади.

II. Струйкали насос (3.4, а-расм) курилма юқори жойлашган идиш (а), кувур (б), струйкали насосга сув берувчи (в), струйкали насос сўрувчи кувури (г) ва чиқарувчи кувур (д)лардан иборат.



3.4. а-расм.

Струйкали насосда суюкликнинг сурилиши ва кўтарилиши ишчи суюкликнинг кинетик энергияси ҳисобига бажарилади. Берилаётган идиш (а)дан сопла (1)га (3.4, б-расм) суюклик катта тезликда оқиб чиқади. Ҳосил бўлган оқим найи аралаштириш камераси (2)дан ўтиб, вакуум ҳосил қилади ва сўрувчи кувур (3) ёрдамида суюклик аралаштирувчи камерага узатилади. Ишчи аралаш суюклик кенгаювчи конус (диффузор)дан (4) ўтиб унда кинетик энергия босим энергиясига айланиб аралаш массани кўтариб беради.



3.4, б-расм.

5. Тажриба ишининг бажарилиш тартиби ва унинг (мазмунини)

1. Иш қурилмани кузатишдан бошланади ва уни схемаси чизилади, ҳамда кувурнинг кесимлар ўлчовлари ўлчанади. Пьезометрлар ўрнатилган ва ораликлари ҳам ўлчанади. Топилган қийматлар ҳисобот жадвалига ёзилади.

2. Сарфни ўлчаш асбоблари билан танишилади, ҳажмни ёки оғирликни топиш йўли билан (сув ўлчаш идиши ёки сувнинг оғирлигини ўлчаш билан).

3. Ўзгарувчан кесимли кувурда қуйидагилар кузатилади ва ўтказилади.

а) Катта бўлмаган сарфни бир вақтда кран (2) билан босимли идишдаги (3) кран аста секин очилади ва кесимларда манометрик босим ҳосил қилиниб, пьезометрик чизик ҳосил қилинади.

б) Кранлар (2, 3) ўзгартирилиб, кувурдаги сарф кўпайтирилади ва вакуум ҳосил қилиниб, қиска кесимда пьезометрик чизикнинг ўзгариши кузатилади.

с) Кувурнинг кичик кесимида вакуум ҳосил бўлиб сувнинг сурилишини кузатиш учун резинали найча сув идишга ботирилади ва сувнинг вакуум эвазига сурилиши кузатилади.

Бунда ҳамма пьезометрик найлар беркитилган бўлиши керак. Шлангали сўрувчи найча идишдаги сув сатҳи баландлигидан катта бўлмаслиги керак.

4. Сув струйкали насос ишлашини кузатиш.

5. Босим баландлиги чизиги ва пьезометрик чизикларни тажрибадан олинган қийматлар асосида чизиш учун:

- а) 2 ва 3 кранлар ёрдамида қувурда барқарор ҳаракат ҳосил қилинади. Барқарор ҳаракат ҳосил бўлганда пьезометрлардаги суюқликларнинг сатҳи вақт бирлигида ўзгармас бўлади.
- б) Пьезометрлар кўрсаткичи тўғрилигига ишонч ҳосил қилиш керак. Пьезометрларга ҳаво кириб қолиши уларнинг кўрсаткичини ўзгаришига сабаб бўлиши мумкин.
- с) Т вақт бирлигида ўлчаш идишга тушаётган сув ҳажми орқали формула орқали қувурдан оқаётган сарф топилади. Ўлчаш икки бор ўтказилади. Икки бор ўлчанганда фарқ ктга бўлса, яна бошқатдан ўлчанади.
- д) Сарфни ўлчаш билан бир қаторда пьезометрлар қувур ўқиға нисбатан кўрсаткичлари ҳам аниқланади. Пьезометрлар кўрсаткичи ҳам икки марта ўлчанади. Ҳамма олинган қийматлар ҳисобот дафтарига ёзилади.

6. Тажрибадан олинган қийматларни бажариш ва уларнинг мазмуни.

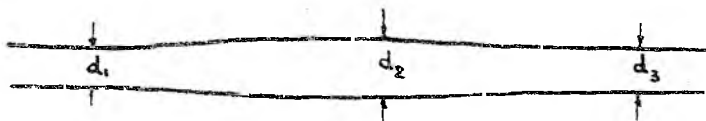
Тажрибадан олинган қийматлар қуйидагича бажарилади:

1. Пьезометрлар ўрнатилган қувур кесимларида тирик кесим юзаси топилади.
2. Ушбу формула ёрдамида кесимлардаги ўртача тезликлар топилади.

$$v = \frac{Q}{\omega}$$

3. Агар пьезометрлар кўрсаткичи қувур ўқиға нисбатан олинган бўлса, (солиштириш текислик (О-О) қувур ўқи билан устма-уст тушса) бунда $z = 0$.
4. Йўқотилган кесимлар оралиғидаги (h_{yx}) ва бошланғич кесимдан шу кесимгача йўқотилган босим баландликлари аниқланади.

Ўтказилган тажрибалар асосида олинган қийматларни бажариш билан қувурнинг масштабда схемаси чизилади ва унда босим баландлиги, пьезометрик чизиклари чизилади. Уларнинг аниқлиги (босим баландлигининг чизиги йўқотилган баландлик ҳисобига ҳамма вақт пасаяовчи, унинг нишаби мусбат) топилади ва сифат жиҳатидан кесимлардаги йўқотилган босим баландликлари изохлади.



3.5-расм.

5. Босим баландлиги чизиғи ва пьезометрик чизикларни тажрибадан олинган қийматлар асосида чизиш учун:

- 2 ва 3 кранлар ёрдамида қувурда барқарор ҳаракат ҳосил қилинади. Барқарор ҳаракат ҳосил бўлганда пьезометрлардаги суюқликларнинг сатҳи вақт бирлигида ўзгармас бўлади.
- Пьезометрлар кўрсаткичи тўғрилигига ишонч ҳосил қилиш керак. Пьезометрларга ҳаво кириб қолиши уларнинг кўрсаткичини ўзгаришига сабаб бўлиши мумкин.
- Т вақт бирлигида ўлчаш идишга тушаётган сув ҳажми орқали формула орқали қувурдан оқаётган сарф топилади. Ўлчаш икки бор ўтказилади. Икки бор ўлчанганда фарқ ктга бўлса, яна бошқатдан ўлчанади.
- Сарфни ўлчаш билан бир қаторда пьезометрлар қувур ўқиға нисбатан кўрсаткичлари ҳам аниқланади. Пьезометрлар кўрсаткичи ҳам икки марта ўлчанади. Ҳамма олинган қийматлар ҳисобот дафтарига ёзилади.

6. Тажрибадан олинган қийматларни бажариш ва уларнинг мазмуни.

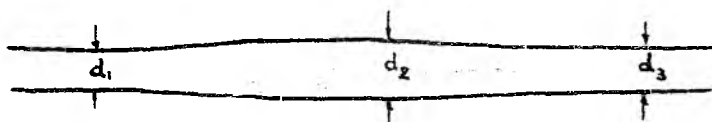
Тажрибадан олинган қийматлар қуйидагича бажарилади:

- Пьезометрлар ўрнатилган қувур кесимларида тирик кесим юзаси топилади.
- Ушбу формула ёрдамида кесимлардаги ўртача тезликлар топилади.

$$v = \frac{Q}{\omega}$$

- Агар пьезометрлар кўрсаткичи қувур ўқиға нисбатан олинган бўлса, (солиштириш текислик (О-О) қувур ўқи билан устма-уст тушса) бунда $z = 0$.
- Йўқотилган кесимлар оралиғидаги ($h_{\text{отт}}$) ва бошланғич кесимдан шу кесимгача йўқотилган босим баландликлари аниқланади.

Ўтказилган тажрибалар асосида олинган қийматларни бажариш билан қувурнинг масштабда схемаси чизилади ва унда босим баландлиги, пьезометрик чизиклари чизилади. Уларнинг аниқлиги (босим баландлигининг чизиғи йўқотилган баландлик ҳисобига ҳамма вақт пасаювчи, унинг нишаби мусбат) топилади ва сифат жиҳатидан кесимлардаги йўқотилган босим баландликлари изоҳланади.



3.5-расм.

7. Текшириш саволлари ва масалалари (вазифалари).

1. Пьезометрик ва босим баландликлари чизиклари $d_2 = 1,5d$ ва $d_3 = 1,1d_1$, бўлганда куйидаги кувурларга қурилсин (3.5-расм). Биринчи кувур бўлимида тезлик $v = 5\text{ м/сек}$ ва босим баландлиги $\frac{P}{\rho g} = 0,5\text{ м}$. Суюқлик идеал (ёпишқоқ эмас).
2. Сув устуни баландлигида ва симоб устуни баландлигида чегаравий ($h_{\text{всв}}$) вакуум баландлиги нимага тенг?

4-ТАЖРИБА МАШҒУЛОТИ СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ЛАМИНАР ВА ТУРБУЛЕНТ ҲАРАКАТ ТАРТИБЛАРИ

1. Ишдан мақсад ва масалалар.

1. Рейнольдс асбобида ламинар ва турбулент оқим ҳаракати тартиблари билан танишиш;
2. Ламинар ва турбулент оқим ҳаракати тартибларига Рейнольдс сонини аниқлаш;
3. Топилган Рейнольдс сонини уларнинг критик қиймати билан солиштириб оқим тартибини аниқлаш;
Рейнольдс асбоби (4.1-расм) ёрдамида:
 1. Ламинар ҳаракат тартиби ҳосил қилиниб, ундан турбулент ҳаракат тартибига ўтиш ва аксинча;
 2. Кувурдаги ҳосил қилинган ҳаракат тартибларидаги суюқликнинг ўртача тезлиги аниқлансин ва Рейнольдс сони топилсин;
 3. Рейнольдс сонларини унинг критик қиймати билан солиштирилиб, оқим тартиби аниқлансин.

2. Қисқача назарий маълумотлар.

Кузатишлар натижасида аниқланган суюқликнинг маълум бир шароитдаги ҳаракатларида элементар оқимчалар бир бири билан аралашмаган ҳолда параллел тартибда ҳаракатланиши мумкин, бундай тартибли ҳаракат-ламинар ҳаракат деб талса, бошқа шароитда элементар оқимчаларнинг бир-бири билан аралашган ҳолда тартибсиз ҳаракатланиши -турбулент ҳаракат тартиби деб аталади. Шиша кувурдан оқаётган суюқлик оқимининг ҳаракати кузатилганда суюқликнинг тинч секин оқимида элементар оқим найи (ламинар ҳаракат) бўялган бўлса, у ажралиб турган ҳолда ипсимон (траектория чизиги) шаклида бошқа атрофдаги элементар оқимчалар ҳаракати билан аралашмаган ҳолда ҳаракатланади, катта тезликларда улар бир бирлари билан аралашган ҳолда тартибсиз (турбулент) ҳаракатланади. Суюқлик заррачасининг ҳаракат траекторияси жуда мураккаб. Йўқотилган босим

баландлиги иккала ҳаракат тартибида ҳам битта формула билан ифодаланади.

$$h_{\text{ох}} = kv^m$$

бунда а) ламинар ҳаракатда $m=1$ га тенг бўлиб, K ёпишқоқликка, қувурнинг диаметрига, узунлигига боғлиқ бўлиб, /адир-будурлигига боғлиқ эмас;

б) турбулент ҳаракат тартибида (тулиқ маълумотларни адабиётлардан оласиз) қувурлар девори силлиқ бўлганда ёки адир-будур бўлганда:

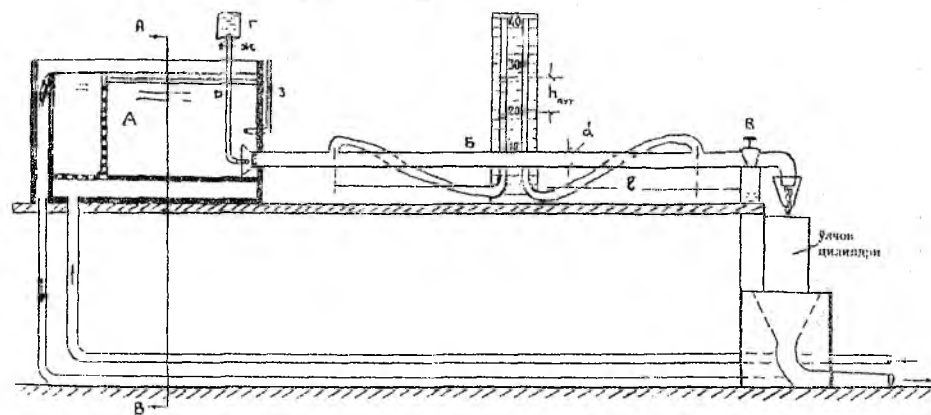
1. Гидравлик силлиқ деворларда $m=1,75$ ва K ламинар ҳаракатдаги қийматга боғлиқ.
2. /адир-будир деворларда квадрат майдон қаршиликларида $m=2$ ва K фақат қувур деворининг /адир-будирлигига, диаметрига ҳамда узунлигига боғлиқ. Суюқликларнинг ҳаракат тартибларини ўрганиш рус олими Д.И.Менделеев ва инглиз олими О.Рейнольдс номлари билан боғлиқ.

Д.И.Менделеев ўзининг (1880 й.) «Суюқликларнинг қаршилиги ва ҳавода сузиш» мақоласида келтирганидек, суюқликлар ҳаракатида ҳар хил оқим тартиблари ва улар ҳар хил қонуниятлар асосида йўқотилган энергияни топилишини келтирган.

О.Рейнольдс (1883 й.) ламинар ва турбулент оқим тартиблари суюқликнинг турига (ёпишқоқлигига), тезлигига ва қувурнинг диаметрига боғлиқлигини аниқлади.

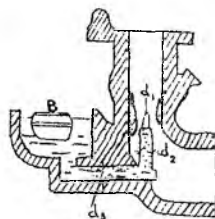
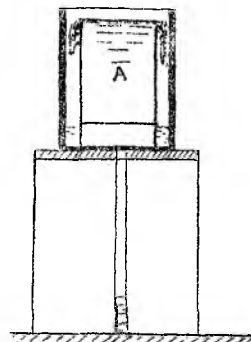
$$Re = \frac{vd}{\nu}$$

Құдаланғ кесім



4.1-расм.

АВ қыркым



4.2-расм.

Бунда ҳаракат тартиби Рейнольдс сони (2) билан ифодаланиб, у тезликни диаметрға қўпайтмасини кинематик ёпишқоқлик коэффициентига нисбати билан ифодаланишини кўрсатиб ўлчов бирликка эга бўлмаган қиймат орқали аниқланади.

Рейнольдс сонининг критик қиймати - деб Рейнольдс сонинг оқим ҳаракат тартиби бир тартибдан иккинчи тартибга ўтишдаги чегаравий қийматига айтилади.

Ламинар ҳаракатдан, турбулент ҳаракат тартибига ўтганда Рейнольдс сонининг критик қиймати билан турбулент ҳаракатдан ламинар ҳаракатга ўтгандаги Рейнольдс сонининг критик қиймати бир биридан фарқ қилади. Булар оралиғда ўтувчи тартиб ҳаракати мавжуд.

Қўплаб ҳолларда фақат $Re < Re_{кр} = 2320$ ламинар ҳаракат мавжуд деб қаралиб, бошқа ҳолларда турбулент ҳаракат деб қаралади.

Куворлардаги суюқликларнинг ҳаракат тартибини суюқликлар оқимининг ўртача тезликлар орқали ҳам ифодалаш мумкин, $v < v_{кр}$ бўлганда ламинар ҳаракат, $v > v_{кр}$ бўлганда эса турбулент ҳаракат деб қараш мумкин.

$$v_{кр} = \frac{v Re_{кр}}{d} = \frac{2320v}{d}$$

Йўқотилган босим баландлиги иккала тартиб ҳаракатда ҳам Дарси – Вейсбах эмпирик формуласи ёрдамида топилади.

$$h_{гук} = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$$

Ламинар ҳаракат тартибида λ тезликка боғлиқ бўлиб қуйидаги Пуазейль формула ёрдамида топилади

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

Ушбу қийматни (4) Дарси-Вейсбах формуласига қўйсақ, ламинар ҳаракатда йўқотилган босим баландлиги тезликнинг биринчи даражасига пропорционал эканлиги кўринади.

Ламинар ҳаракатдан турбулент ҳаракатга ўтишда λ жуда мураккаб қонуният асосида ифодаланади. Блазиус формуласи:

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

Силлик ва ғадир-будир куворларда турбулент ҳаракат учун Алтшуль формуласидан фойдаланса бўлади:

$$\lambda = 0,1 \left(1,46\overline{\Delta} + \frac{100}{Re} \right)^{0,25}$$

бунда $\bar{\Delta} = \frac{\Delta}{d}$ – кувурнинг нисбий ғадир-будирлик баландлиги. Формуладаги ғадир-будирлик кичик, яъни силлиқ бўлганда биринчи хадни ҳисобга олмаса ҳам бўлади, Рейнольдс сонининг катта қийматларида иккинчи хад ҳисобга олинмаса ҳам бўлади. Рейнольдс сонининг қандай қийматида ҳаракат тартиби квадрат қаршилиқ майдонга тўғри келади, яъни йўқотилган босим баландлиги тезликнинг квадратига пропорционал бўлади ва кувур ўлчов бирлигига, ғадир-будирликка боғлиқ бўлади?

Квадрат қаршилиқ соҳа учун эмпирик Шифринсон формуласидан фойдаланиш мумкин:

$$\lambda = 0,11 \bar{\Delta}^{0,25}$$

ёки

$$\lambda = \frac{125n^2}{\sqrt[3]{d}}$$

бунда n – ғадир-будирлик коэффиценти, Д.Р.Бозоров ва бошқалар «Гидравлика» ,Билим,Тошкент,2003 й. қулланмасида унинг қиймати келтирилган.

Суюқликлар ҳаракат тартиби ва гидравлик ишқаланишиш қаршилиқ коэффицентлари ҳақида юқоридаги адабиётдан батафсилроқ маълумот олиш мумкин.

3. Керакли қурилмалар.

1. Рейнольдс асосен.
2. Ўлчовли линейка.
3. Штангенциркуль.
4. Секундамер.
5. Ўлчаш цилиндр и.
6. Термометр.

4. Рейнольдс асбобини қурилмасини тавсифлаш (4.1-расм).

А идиш идишадан ясалган кувур В уланган. Кувурга суюқликнинг кириши ҳар қандай айланма ҳаракатлар оқимга таъсир қилмаслиги учун силлиқ қискарувчи қилиб ясалган.

Шиша кувурнинг охирида сарфни ўзгартириш учун кран В ўрнатилган. Идишнинг устки қисмига Г идишга буёқ солиб, ўрнатилган бўлиб идишадан найча ёрдамида Д оқим тарафга қийшайтирилган Е буёқ шиша кувур ўртасига шприц нина ёрдамида келтирилади. Буёқни келтирувчи найчага кран ўрнатилган. Тажрибанинг яхши бажарилиши учун буёқнинг ёпишқоклиги сувникига яқин бўлиши ва найчадан чиқаётган буёқнинг тезлиги шиша кувурдаги сувнинг тезлигига яқин бўлиши керак. Суюқликнинг ҳароратини ўлчаш учун А идишга термометр 3 ўрнатилган.

5. Тажрибанинг ўтказилиш тартиби ва мазмуни.

1. Кран B ёрдамида ламинар ва турбулент ҳаракатлар билан танишиш учун шиша найчали кувурда кичик тезлик ҳосил қилиниб, J кран ёрдамида буёқ окизилади ва юпка ипсимон буёқ чизиги ҳосил қилинади (ламинар ҳаракат). Аста секин кран B ни очиш натижасида шиша най кувурда, олдин илон изи кўринишида оқим найчаси ҳосил бўлади, кейин тезликнинг ошиши билан буёқ ажралиб оқимни ҳамма кесимини тўлдириб оқа бошлайди. Яна катта тезликларда буёқнинг аралашгани зўрайиб ҳамма оқим буёқ билан аралашган ҳолда оқади (турбулент ҳаракат). Кранни энди аксинча, яъни ёпабошласак яна ламинар ҳаракат ҳосил бўлиб, буёқли оқим найчаси ипсимон тўғри чизикни ташкил қилади.

2. Рейнольдс сонини ҳар-хил ҳаракат тартибида топиш учун:

а) шиша най кувурнинг ички диаметри топилади;

б) сувнинг ҳарорати ўлчаниб унга тўғрик еладиган кинематик ёпишқоқлик коэффиценти аниқланади;

в) керакли ҳаракат тартиби B кран ёрдамида ҳосил қилинади.

Илова: Рейнольдс критик сонини ҳаракат тартибини ҳосил қилиш учун критик тезлик ва сарф топилади. Шу сарфни шиша кувурдан ўтказилади. Кран B ни у ёки бу томонга бураб, турбулент ҳаракатдан ламинар ҳаракатга ўтиш даври аниқланади.

г) ўлчаш цилиндри ёрдамида ва секундамер билан сарф Q ўлчанади, T – вақтга қараб, а ҳажм W ўлчаш цилиндрига йиғилади в қуйидаги муносабат ёрдамида сарф аниқланади:

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

Ўлчовлар ламинар, турбулент ва критик ҳоллар учун икки мартадан ўтказилади.

Ҳамма ёзувлар ҳисобот жадвалига ёзилади.

3. Ўртача тезлик орқали йўқотилган босим баландлигини ламинар ва турбулент ҳаракатлар учун топиш керак:

а) уч хил сарфда ламинар ҳаракат тартибида сарфлар ва пьезометрларнинг кўрсаткичлари ўлчаниб, икки маротаба кузатишлар ўтказилганда шундай турбулент ҳаракат учун ҳам ҳамма натижалар 2-ҳисобот жадвалига ёзилади.

6. Ишлаш тартиби ва мазмуни.

1. Ҳар хил оқим ҳаракати тартибини кузатиб керакли натижалар келтирилади.

2. Рейнольдс сонини топиш учун ҳар-хил ҳаракат тартибларига уларни ҳисоблаб чиқиб жадвалга ёзилади ва уни критик Рейнольдс сони билан солиштириб уни ушбу ҳаракат тартибига тўғри келиши тушунтирилади.

Топилган $\lg \nu$ ва $\lg h_{\text{фук}}$ қийматлар асосида логарифмик анамарфоза қўрилади ва ундаги кўрсаткич формуладаги ламинар ва турбулент ҳаракат тартиби учун топилади ҳамда Рейнольдс сонининг тахминий қиймати ва критик оқим тартиби учун тезлик аниқланади. Хулосаларда назарий топилган қийматлар билан тажрибадан олинган қийматларни тўғрилиги аниқланади, ҳамда кўрсаткич орқали қувурдаги ҳаракат силлик қувурлар ёки ғадир-будир қувурлар эканлиги аниқланади.

7. Назорат саволлари.

1. Суюқликни иситиш натижасида ламинар ҳаракатдан турбулент ҳаракат тартибига ўтиш мумкинми?

2. Берилган $\nu = \text{см}^2/\text{сек}$ ва $\nu = \text{м}^2/\text{сек}$, қувур диаметри $d = 0,05 \text{ м}$ бўлганда оқим ҳаракати тартиби топилинсин.

3. Каналдаги сувнинг $t = 15^\circ \text{C}$, ўлчов бирликлари $b = 1,5 \text{ м}$, $h = 0,8 \text{ м}$ қиялик $m = 1,0$ бўлганда оқим ҳаракат тартиби аниқлансин.

4. Жеклер капилляр карбюратор бензин сарфи унинг тешиги диаметри $d_1 = 0,1 \text{ мм}$ бўлиб $G = 1,4 \text{ г/сек}$. Бензин жаклерга пўкакли камера В найидан ўтади, унинг диаметрлари $d_2 = 2,0 \text{ мм}$, $d_3 = 5,0 \text{ мм}$. Агар бензиннинг солиштира оғирлиги $\gamma = 750 \text{ кгк/м}^3$ ва $\nu = 0,008 \text{ см}^2/\text{сек}$ бўлса, ҳамма найлардаги ҳаракат тартиби аниқлансин.

8. Ишнинг бажарилиши.

Келтирилган формада ҳисобот тарикасида иш бажарилади.

9. Маълумотномалардан (справочниклардан) олинган қийматлар.

1. Пуазейл формуласи ёрдамида сувнинг кинематик ёпишқоклик коэффициентини топиш мумкин.

$$\nu = \frac{0,01775}{1 + 0,03337t + 0,00022t^2} = \frac{\text{см}^2}{\text{сек}}$$

бунда t ҳарорат $^\circ \text{C}$ да.

2. Жадвалда сувнинг кинематик ёпишқоклик коэффициенти келтирилган.

$t^\circ \text{C}$	$\nu \frac{\text{см}^2}{\text{сек}}$	$t^\circ \text{C}$	$\nu \frac{\text{см}^2}{\text{сек}}$	$t^\circ \text{C}$	$\nu \frac{\text{см}^2}{\text{сек}}$
0	0,0178	12	0,0124	30	0,0081
5	0,0152	15	0,0114	40	0,0066
10	0,0131	20	0,0101	50	0,0055

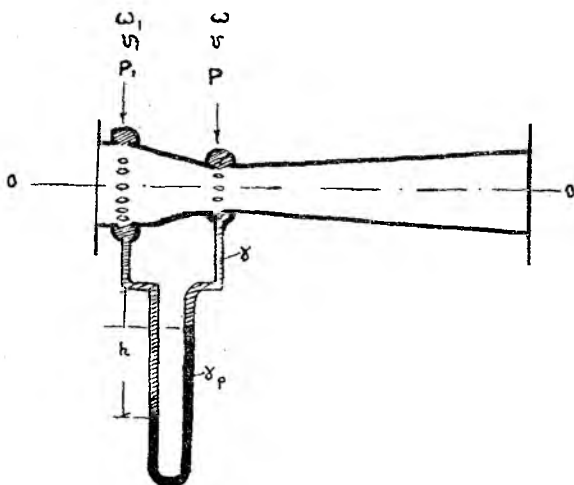
5-ТАЖРИБА ИШИ ВЕНТУРИ СУВ ЎЛЧАШ АСБОБИНИНГ ТАРИРОВКАСИ

1. Ишдан мақсад ва масалалар

1. Вентури сув ўлчагич асбоби ёрдамида сув сарфини ўлчашни ўрганиш.
 2. Тажрибада сув сарфи билан пьезометрлар орасидаги боғланишни топиш.
 3. Тажриба асосида Вентури сув ўлчагичнинг сарф коэффициентини билан C коэффициентини аниқлаш. Бунинг учун албатта:
 - Вентури сув ўлчагич асбоби курилмаси билан танишиш;
 - Сув ўлчагичда қўйилган манометрлар кўрсаткичларини ҳисобга олган ҳолда сув ўлчагичдан ўтаётган сарфни ўлчаш;
 - Формулалардан фойдаланиб, ўлчаш натижасида сарф коэффициентларини ва C коэффициентларининг сон қийматини
- Сув ~~қийматининг~~ тарировкаси деб тажрибада топилган сарф билан пьезометрларнинг кўрсаткичи орқали ҳамда ҳар-хил сарфлар учун топилган коэффициентларни топишга айтилади.

2. Қисқача назарий маълумотлар.

1881 йилда америкалик инженер Гершел томонидан ихтиро этилган сув ўлчагич асбоби италия Гидравлик олими Вентури номи билан вентури сув ўлчагичи (5.1-расм) деб аталади.



5.1-расм.

Бернулли тенгламасига асосан қувурларнинг кенг ва тор кесимлари-га ўрнатилган пьезометрларнинг кўрсаткичи фарклари асосида оқиб ўтаётган сувнинг сарфини аниқланади.

Бернулли тенгламасини биринчи кесим қувурнинг қисқаришидан олдига олиб ва иккинчи кесимни кичик кесимдан ўтказиб топамиз.

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} = z + \frac{P}{2g} + \frac{\alpha g^2}{2g} + \xi \frac{g^2}{2g} \quad (1)$$

бунда ξ – йўқотилган босим баландлиги коэффиценти, сиқилиш кесимидаги тезлик g га нисбатан олинган.

Сув ўлчагич ўкининг горизонтал ҳолатида $z_1 = z$; $Q = g_1 \omega_1 = g \omega$

(1) ифодани ҳисобга олсак

$$\frac{P_1 - P}{\rho g} = h = \frac{g^2}{2g} (\alpha + \xi) - \frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} = \frac{g^2}{2g} \left(\alpha + \xi - \frac{\alpha_1 \omega_1^2}{\omega^2} \right)$$

ёки

$$\frac{P_1 - P}{\rho g} = \frac{Q^2}{2g \omega^2} \left(\alpha + \xi - \frac{\alpha_1 \omega_1^2}{\omega^2} \right)$$

бундан

$$Q = \frac{\omega \sqrt{2g \frac{P_1 - P}{\rho g}}}{\sqrt{\alpha + \xi - \frac{\alpha_1 \omega_1^2}{\omega^2}}} = \mu \omega \sqrt{2g \frac{P_1 - P}{\rho g}}$$

бунда

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi - \frac{\alpha_1 \omega_1^2}{\omega^2}}}$$

сарф коэффиценти деб аталади.

Босимлар фарқи пьезометрлар ёрдамида (5.2-расм) ёки дифференциал симобли манометр (5.1-расм) ёрдамида ўлчанади.

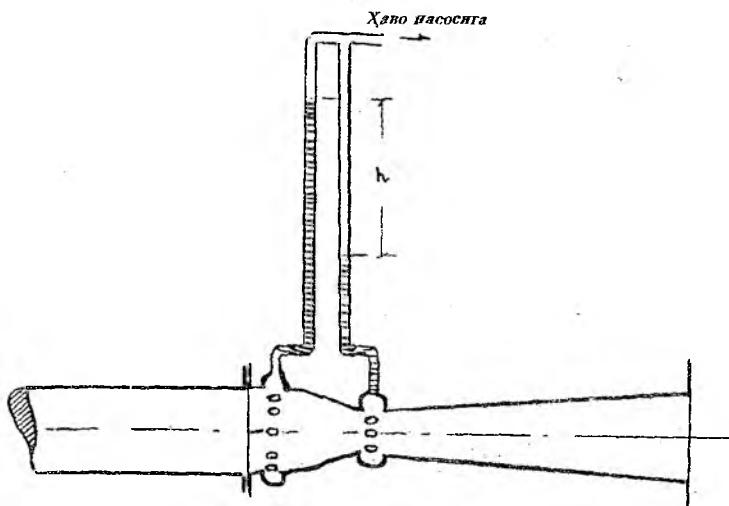
Сарф Q қуйидаги формула ёрдамида топилади

$$Q = C \sqrt{h} \quad (4)$$

бунда C – ўзгармас бўлиб, венгури сув ўлчагич коэффиценти ҳисобланади; h – пьезометрлар сув сатҳининг фарқини кўрсатади.

Биринчи ҳолда пьезометрлардаги босим фарқини ўлчанганда

$$C = \mu \omega \sqrt{2g} \quad (5)$$



5.2-расм.

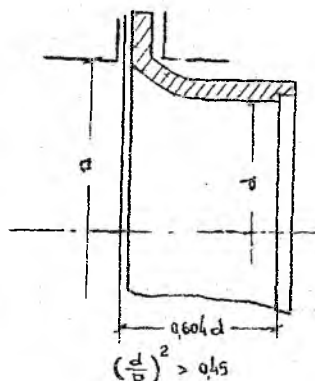
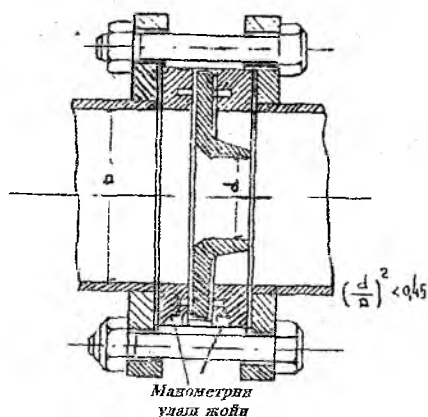
Юқорида кўрсатилганидек, сарф ўлчагич дифрагмалар (5.3-расм) ва сарф ўлчагич сопло (5.4-расм)дан ҳам сарф ўлчанади. Бунда сарф коэффициенти назарий кийматлари куйидаги формула оркали топилади

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\frac{(\alpha + \xi)\omega^2}{\omega_{ex}^2} - \alpha_1 \frac{\omega_2^2}{\omega_1^2}}} \quad (7)$$

Ўлчаш асбобларидаги сарф коэффициенти μ ни ва C коэффициентини назарий кийматини аниклаш анча кийин, чунки унда: а) α ва α_1 коэффициентлари; б) ξ қаршилик коэффициенти; в) ν ёпишқоқ коэффициентлари кийматини ҳисобга олиниши анча кийин.

C коэффициентини топишда ҳам ўтувчи тешикнинг ўлчов бирликларини ўзгариши, ҳарорат таъсир этади. Шу сабабларга асосан, коэффициентлар ва C тажриба асосида топилади.

Сарф коэффициенти берилган сув ўлчагич учун кузатишларга асосан Рейнольдс сонининг ўзгариши билан ўзгаради.



5.4-расм. Сарф ўлчагич сопо.

5.5-расмда стандарт сопла учун кўрсатилганидек вентури сув ўлчагичида ҳам μ нинг киймати амалий сопласига тенг бўлиб қолади. $C=20^\circ C$ бўлиб, сарф коэффиценти μ Рейнольдс сони Re орқали аниқланганда кузатишлар шуни кўрсатадики, $Re > 1,0 \dots 2 \cdot 10^5$ бўлганда тезликни ўзгариши билан коэффиценти жуда кам ўзгаради. График $\mu = f(\beta)$ шуни тасдиқлайди (5.6-расм).

Вентури сув ўлчагич асбобидан ($D=25$ мм ва $d=13$ мм ҳамда $D=250$ мм ва $d=102,5$ мм).

Олинган тезликни ўзгариши билан μ коэффиценти μ га нисбати (3) формула ёрдамида топилган ўша сарф коэффицентида $\xi=1$ ва $\alpha_1=\alpha=1$ бўлгандагини кўрсатади.

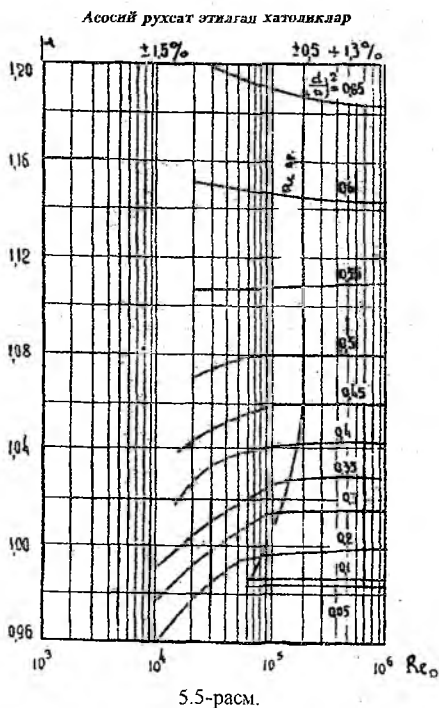
Кичик тезликларда, қаршиликнинг ўтиш майдонида графикдан сарф коэффиценти тезликнинг ўзгариши билан жуда катта ўзгаради, квадрат майдонда эса қаршилик коэффиценти амалий мустахкам бўлади.

Сарф коэффиценти суи ўлчагични тарировка қилганда қуйидаги формула ёрдамида топиш мумкин:

$$\mu = \frac{Q}{\omega \sqrt{2gh}} \quad (8)$$

$$\mu = \frac{Q}{\omega \sqrt{2g \left(\frac{\rho_r}{\rho} - 1 \right) h}} \quad (9)$$

Биринчи формула пьезометрлар (5.2-расм) кўрсаткичида қўллansa, иккинчиси симобли дифференциал манометр (5.1-расм) орқали аниқланади, бунда h пьезометрлар кўрсаткичи фарқи.

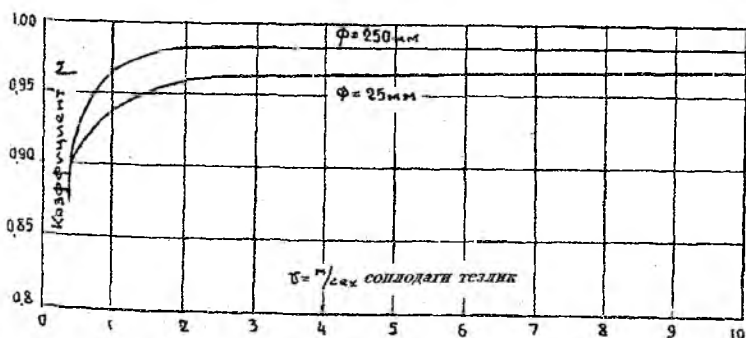


3. Керакли ускуналар (жихозлар).

1. Пьезометрлар билан вентури сув ўлчагич қурилмаси.
2. Секундомер.
3. Ўлчаш идиши.
4. Ўлчаш рейкаси.

4. Таъриба қурилмасини тавсифлаш (таърифлаш).

Вентури сув ўлчагичи 25 мм ли қувурга ўрнатилган. Сув ўлчагич қурилманинг схемаси 5.7-расмда, сув ўлчагич ўлчов бирликлари билан 5.8-расмда кўрсатилган.



5.6-расм. μ_0 қиялық коэффициентлари.

Курилма қуйидаги қисмлардан иборат:

1. Вентури сув ўлчагичи (1)
2. Кириш ва қисқарган сув ўлчагич кесимларидаги босимларнинг фарқини топиш учун пьезометрлар (2).
3. Ҳаволи насос (3) пьезометрлари найларидagi сув сиртининг босимлари ўзгаришини ўлчаш.

Сув ўлчагичдан оқиб чиқаётган сарф қувурдан чиқишида ўлчанади. Қувурда ўрнатилган винтел (4) ёрдамида сув сарфи ўзгартирилади.

5. Тажрибанинг ўтказилиши тартиби ва мазмуни.

Винтел (4) ёрдамида қувурдан ҳар хил сув сарфи ўтказилади. Сув ўлчагич идиш (бак) ёрдамида вақт T ни белгиллаган ҳолда идишнинг тўлиш ҳажми ўлчаниб сарф аниқланади.

Ҳаво насоси (3) ёрдамида сувнинг сиртида атмосферадан катта ва кичик босимлар ҳосил қилиб, ҳисоблаш шкаласи ёрдамида $\frac{P_1}{\rho g}$ ва $\frac{P}{\rho g}$ лар аниқланиб, уларнинг фарқлари h топилади.

Топилган ва ўлчанган қийматлар ҳисобот жадвалига ёзилади.

6. Тажрибанинг бажарилиш тартиби ва мазмуни.

Ўлчанган сарфлар ва пьезометрлар кўрсаткичининг фарқи ҳар бир тажриба учун топилиб (4) формуладан $C = \frac{Q}{\sqrt{h}}$ ва (5) формуладан $\mu = \frac{Q}{\omega \sqrt{2g}}$ топилади.

Сарф топилган ўлчов бирликда (л/сек да) формулаларга ўлчов бирликларда Q , h , ω ва g қийматлар қўйилади. Тажрибада ўлчовлар натижасида ва C ҳамда μ қийматларни 2- ва 3-жадвалларга ёзилади ҳамда шулар асосида $Q=f(h)$, $\mu=f(\theta)$ ва $C=f(Q)$ ордината ўқи бўйича эгри чизиклар қурилади, 3 шкалада h , l_v , μ маълум масштабда олинган ҳолда.

7. Назорат саволлари.

1. Сарф коэффициентини μ га $\frac{\omega}{\omega_1}$ таъсирини текширинг.
2. Пьезометрлар ўрнига дифференциал симобли манометр ўрнатилса, бирор тажрибада h нинг қиймати аниқлансин.

8. Ишнинг бажарилиши.

Иш ҳисобот тарикасида бажарилади. Унинг қўриниши келтирилган. Қурилманинг схемаси ва бошқа чизмалар қаламда бажарилиши мумкин.

6-ТАЖРИБА МАШҒУЛОТИ ҚУВУРЛАР УЗУНЛИГИДА ЙЎҚОТИЛГАН НАПОРНИ ВА ИШҚАЛАНИШ ҚАРШИЛИК КОЭФФИЦИЕНТИНИ АНИҚЛАШ

1. Ишнинг мақсади ва масалалар.

1. Тажриба асосида узунликда йўқотилган босим баландлигини h_f ни топиш.
2. Ишқаланиш қаршилиқ коэффициентини λ ни тажрибадан олинган қийматлар асосида аниқлаш.
3. Топилган ишқаланиш қаршилиқ коэффициентини λ ни бошқа муаллифлар томонидан топилган қиймати билан солиштириш.

Бунинг учун:

- 1) Тезликнинг критик қиймати ҳисобланади, бу қиймат ламинар ҳаракатдан турбулент ҳаракатга ўтишдаги қиймат (турбулент ҳаракатда силлик қувурлардаги ҳаракат, квадратга етмагандаги ҳаракат ва ниҳоят квадрат майдондаги ҳаракат).
- 2) Қувурлар узунлигида тажрибадаги суяклик берилган ҳаракат тартибдаги йўқотилган босим баландлиги ўлчаниб топилинсин¹.
- 3) Ўлчаш натижасида λ қийматини аниқлаш.
- 4) Тажриба шароитидаги ҳолат учун λ нинг қийматини тавсия этилган формулалар орқали аниқлаш.

¹ Тажриба ишларини ўтказишда λ нинг қиймати икки тартибдаги суяклик ҳаракати учун, яъни ламинар ва квадрат қаршилиқлар соҳаси учун ҳам (турбулент ҳаракатлар тартиблари учун) топишга ҳам етарли бўлади.

- 5) Тажрибада топилган λ нинг қийматини формулалар орқали топилган қиймати билан солиштириш ва улар орасидаги фаркни фоизда аниқлаш.

2. Қисқача назарий маълумотлар.

Оддий қувурлар деб қувур диаметри узунлиги бўйича ўзгармайдиган, узлуксиз сув таратмайдиган қувурларга айтилади.

Бундай қувурларда суюқлик ҳаракати барқарор бўлиб, тўлиқ кесимга эга бўлиб, (напор) орқали ўзгармас тезликда ҳаракатланади.

Тўғричизикли қувурларда бир-хил /адир-будирликда узунликда суюқлик ҳаракати текис ҳаракат бўлади.

Йўқотилган босим баландлиги (напор) (солиштирма энергия) узунликдаги қувурда Дарси формуласи орқали топилади.

$$h_f = \frac{\lambda l}{d} \frac{v^2}{2g}$$

λ нинг қиймати ҳар хил оқим ҳаракати тартиби учун ҳар-хил формулалар ёрдамида аниқланади.

1. Ламинар ҳаракат тартибида, бунда ўртача тезлик:

$$v < v_k = \frac{Re_k \cdot v}{d} = \frac{2320v}{d}$$

$$\lambda_{lam} = \frac{64}{Re}$$

бунда, Re – Рейнольдс сони; v – кинематик ёпишқоклик коэффициентини.

2. Турбулент ҳаракат тартибида

$$v > v_k = \frac{2320v}{d}$$

- 1) Гидравлик силлик қувурларда бир-хил /адир-будирликда

$$v < 27 \frac{v}{\Delta} \left(\frac{d}{\Delta} \right)^{\frac{1}{7}}; 4000 \leq Re \leq \frac{10}{\Delta}$$

бунда Δ – адири-будирлик баландлиги $\bar{\Delta}$ нисбий /адир-будирлик. λ ни қуйидаги формула ёрдамида топиш мумкин:

Блазиус формуласи

$$\lambda_{Blasius} = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$$

Коллибрук формуласи

$$\lambda_{Kollibruk} = \left(\frac{0,556}{\lg \frac{Re}{7}} \right)^2$$

пўлатдан ясалган қувурлар учун Шевелев формуласи

$$\lambda_{\text{сис}} = \frac{0,25}{\text{Re}^{0,226}}$$

2) Гидравлик /адир-будир кувурлар учун:

$$27 \frac{\nu}{\Delta} \left(\frac{d}{\Delta} \right)^{\frac{1}{7}} < \nu < 328 \frac{\nu}{\Delta} \lg \frac{3,7d}{\Delta}; \quad \frac{10}{\Delta} \leq \text{Re} \leq \frac{560}{\Delta}$$

Харакат тартиби ўтиш майдонида бўлганда λ , Re Рейнольдс сонига ва нисбий /адир-будирликка $\bar{\Delta} = \frac{\Delta}{d}$ боғлиқ бўлиб, Альтшул формуласи ёки Кольбрук формуласи орқали аниқланади.

$$\lambda_{\nu} = 0,1 \left(1,46 \bar{\Delta} + \frac{100}{\text{Re}} \right)^{0,25}; \quad \lambda_{\nu} = \frac{1}{\left[-2 \lg \left(\frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{\bar{\Delta}}{3,7} \right) \right]^2}$$

Пўлатдан ва чўяндан ясалган кувурлар учун $\nu < 1,2 \text{ м/сек}$ сувнинг иссиқлик даражаси 10°C ва $\nu = 1,3 \cdot 10^6$ Шевелев Н.З. формуласидан топса бўлади.

$$\lambda_{\nu} = \frac{0,0179}{d^{0,3}} \left[1 + \frac{0,867}{\nu} \right]^{0,3}$$

$$\text{Re} \leq 9,2 \cdot 10^5; \quad \lambda_{\nu} = \left(\frac{1,5 \cdot 10^{-6}}{d} + \frac{1}{\text{Re}} \right)^{0,3}$$

3) Гидравлик /адир-будир квадрат майдон учун

$$\nu > 382 \frac{\nu}{\Delta} \lg \frac{3,7d}{\Delta}; \quad \text{Re} > \frac{560}{\Delta}$$

бўлганда янги бўлмаган пўлат ва чўян кувурлар учун Шевелев Н.З. кўрсатганидек $\nu > 1,2 \text{ м/сек}$ бўлганда квадрат майдонда ҳаракат содир бўлиб, λ факат /адир-будирлик баландлигига, кувур диаметрига ёки нисбий /адир-будирликка боғлиқ бўлади.

λ нинг қийматини бунда қуйидагича топилади:

$$\lambda = \frac{8g}{C^2}$$

Павловский формуласида

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{n}}$$

бунда n — /адир-будирлик коэффициент (гидравликага оид китобларда, жадвалларда келтирилган); R — гидравлик радиус айлана кесимли кувурларда; y — даража кўрсаткичи.

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1)$$

(13)ни (12)га қўйсақ қуйидаги формула келиб чиқади.

$$\lambda = \frac{8gn^2}{R^{2.5}} = \frac{78,5n^2}{R^{2.5}}$$

Пўлат ва чуян қувурлар учун Шевелев формуласи

$$Re \geq 9,2 \cdot 10^5 d; \lambda = \frac{0,021}{d^{0.3}}$$

ёки Шифренсон формуласи

$$\lambda = 0,11 \sqrt{\Delta}$$

Келтирилган чегаравий ҳаракат тартиблари ўрганилиб борилмоқда ва янги-янги ҳисоблаш формулалари келажакда яратилажак.

3. Керакли ускуналар.

1. Пьезометрлар билан жихозланган қувурларда суюқликлар ҳаракатини ўрганиш қурилмаси.
2. Ўлчаш идиши (идиши).
3. Секундомер.
4. Термометр.
5. Ўлчаш лентаси.
6. Штангенциркуль.

4. Қурилманинг схемаси ва тушунтирилиши.

Таҷриба қурилмаси (6.1-расм) қуйидагилардан иборат:

1. Босимли идиш (2) варонкали сув ўтказгич;
2. Келтирилган (4) қувур;
3. Маҳаллий қаршиликлардан иборат қувур (6) ва узунликда йўқотилган босим баландлигини ва ишқаланиш қаршилигини ўрганиш қувури (7);
4. Пьезометрлар батареяси Б1, Б2, Б3, Б4.

Барқарор ҳаракатни, маҳаллий қаршиликларни кузатганда ҳосил қилиш ёки бир хил ўзгармас босим баландлигига эга бўлиш учун босимли идиш қўлланилади.

Келтирилган қувур (5), (6) ва (7) қувурларни сув билан таъминлайди ва таҷриба тугагандан сўнг босимли идишни тўлиқ бўшатиш учун хизмат қилади.

(6) ва (7) қувурлар қуйидаги маҳаллий қаршиликларга хизмат қилади: кескин кенгайиш, кескин торайиш, қран (В₃), силлик бурилиш 180° ва 90° бирданига бурилиши.

Батареяли пьезометрлар ўзига ҳар қайсиси 4-6 пьезометрни жойлаштирган.

Пьезометрлар ҳар бир маҳаллий қаршиликлар олдига ва охирига уланган.

Қран В₂ В₄ ва В₅ қранлар билан биргаликда сарфни ва пьезометрлар кўрсаткичини ўзгариши 6 ва 7 қувурларда тўғрилаш учун хизмат қилади.

Сарфни ўлчаш 5 ва 6 қувурлардан ўтаётган чикишдаги V_4 ва V_5 кранлар ёрдамида бажарилади.

Узунликда йўқотилган босим баландлиги ва λ коэффициентини АВ қувур 7 учун ўзгармас диаметрдаги аниқланади. А ва В нукталарга металл мосламалар орқали пьезометрлар ўрнатилган бўлиб, улар батарея V_4 ва V_5 пьезометрларга ўрнатилган.

5. Тажрибанинг ўтказилиш тартиби ва унинг мазмуни.

1) Ташки қувурнинг диаметрини ўлчаш йўли билан (ГОСТдан фойдаланиб) ички диаметри аниқланади ва пьезометрлар оралиғи ўлчанади.

2) Кран V_2 тўлик очилган ҳолда, қувурни охиридаги V_5 кран ёрдамида сувни узоқ вақт оқизиб қўйиш билан ва резинка найчани А ва В нукталар ёрдамида ҳаво тўлик чиқариб юборилади.

3) Келтирилган формулалар ёрдамида бир тартибли ҳаракатдан иккинчисига ўтишдаги чегаравий тезлик аниқланади ва унга тўғрикелган сарф ҳам аниқланади. Топилган сарф ёрдамида тахминий сарф аниқланади. Тажибадан олинган сарф.

4) Кранлар V_2 ва V_5 ларни бураш йўли билан керакли сув сарфи аниқланади. Шунда ҳам сувнинг чикиб туриши 5 қувурдан давом этади.

5) Барқарор ҳаракат содир этилгандан сўнг, яъни пьезометрлардаги сув сатҳининг ўзгармаслигига ишонч ҳосил қилингандан сўнг А ва В нукталардаги сарфни вақт бирлигида аниқлашга идишдаги ҳажмни топиб ўтилади.

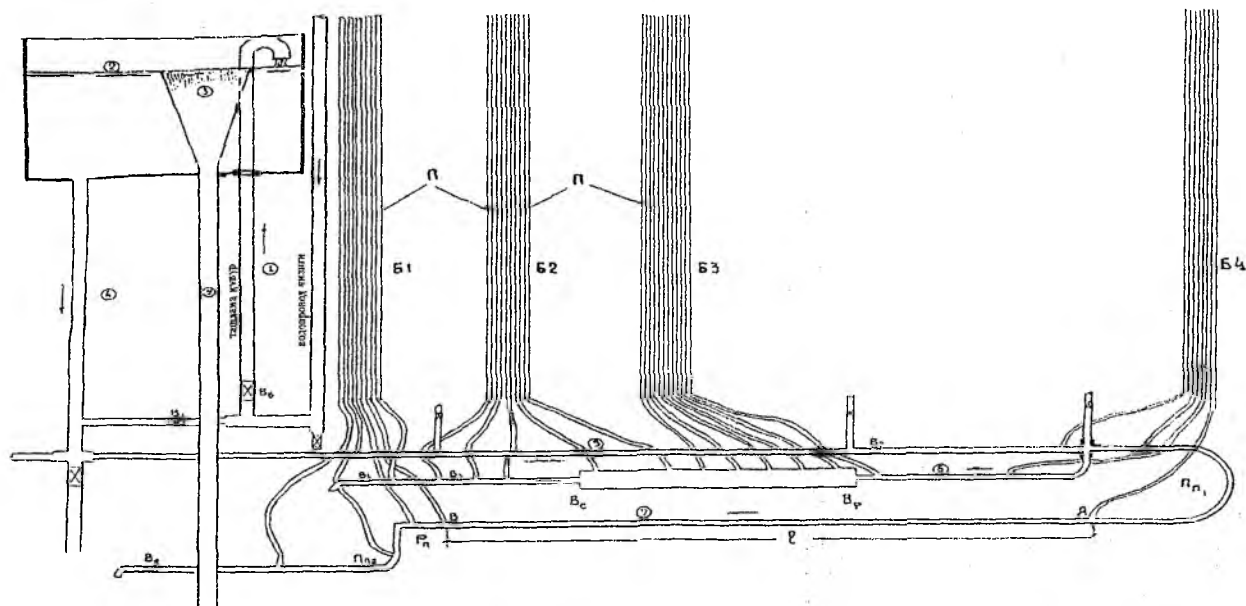
6) Сарфни ўлчаш пайтида А ва В нукталарга ўрнатилган пьезометрларнинг ҳам кўрсаткичлари аниқланади. Ўлчаш ҳар бир сарф учун икки мартадан бажарилади ва уларнинг натижалари ҳисобот жадвалига ёзилади.

6. Тажиба натижаларини бажарилиши ва унинг мазмуни.

1) α ни топиш формуласи ёрдамида ҳар хил ҳаракат тартиби учун логарифмик координата системаси бўйича $\lg v$ ва $\lg 100\lambda$ қийматлар асосида $\lambda = f(v)$ графиги қурилади, ундан ҳаракат тартибини бўлинишидаги чегаравий тезликлар аниқланилади.

2) Ўлчанган Q сарф ва қувурнинг кесими юзаси ω бўйича ўртача оқим тезлиги топилади.

$$v = \frac{Q}{\omega}$$



6.1-расм.

1-идишни тўлдириш қувири, 2-напор идиши, 3-сув ўтказиш ўрамаси, 4-олиб келиш қувири, 5- ва 6-маҳаллий йўқолиш мавжуд қувурлар, 7-узунлик бўйича йўқолишлар мавжуд қувурлар, P_{II} - 180^0 га текис бурилиш, B_0 -кескин кенгайиш, B_c -кескин сикилиш, P_{II} - 90^0 га кескин бурилиш, P_{II_2} - 90^0 га текис бурилиш, B_1, B_2 -кранлар, $B_1, B_2, \dots$ -пьезометр батареялари, $P_1, P_2, \dots$ -пьезометрлар.

3) N_1 ва N_2 пьезометрларнинг кўрсаткичлари фарқи бўйича тажриба ўтказилаётган қувурнинг узунликда йўқотилган босим баландлиги h_i аниқланади.

4) Узунликдаги ишқаланиш коэффициенти аниқланади

$$\lambda = \frac{2gd}{l} \frac{h_i}{v^2}$$

5) Топилган λ нинг қиймати қурилган графигига қўйилади.

6) Тажрибадан топилган λ нинг қиймати бошқа муаллифлар формуласидан топилгани билан солиштирилиб, улар орасидаги фарқ аниқланади.

7. Назорат саволлари ва масалалар.

1) Берилган $n = 0,0125$, $d = 100$ мм қийматларда λ нинг қиймати (16) формулалар ёрдамида топилсин. У кўрсаткич Павловский Н.Н. ва Маннинг ($y = 1/6$) формулалари ёрдамида топилсин ва бир-бири билан солиштирилиб, улар орасидаги фарқи аниқлансин.

2) λ нинг ламинар ҳаракат учун топилган қиймати турбулент ҳаракат квадрат майдондагидан катта бўлиши мумкинми?

8. Ишнинг бажарилиши

Иш ҳисобот тариқасида бажарилади. Унинг бажарилиш йўли қуйида келтирилган. Қурилманинг схемаси ва бошқа чизмалар каламда бажарилиши мумкин.

7-ТАЖРИБА МАШҒУЛОТИ МАҲАЛЛИЙ ЙЎҚОТИЛГАН БОСИМ БАЛАНДЛИГИ ГИДРАВЛИК КОЭФФИЦИЕНТИНИ АНИҚЛАШ

1. Ишдан мақсад ва масалалар.

1. Маҳаллий йўқотилган босим баландлигини тажрибада аниқлаш.
2. Квадрат қаршилик майдонидаги, турбулент ҳаракатда тажриба орқали маҳаллий қаршилик коэффицентини аниқлаш.
3. Топилган маҳаллий қаршилик коэффицентини гидравликага оид китобларда келтирилган қиймати билан солиштириш.

Бунинг учун:

- Иккита маҳаллий қаршиликлар учун тажриба қурилмасидан йўқотилган босим коэффицентини топилади, унинг схемаси 6.1-расмда келтирилган, қайси пьезометрлар ёрдамида келтирилган маҳаллий йўқотилган босим баландликлари аниқланади;
- Маҳаллий қаршиликларни ўлчовлари топилади;
- Пьезометрлар қўсаткичлари ва сарф ўлчанади;
- Қувурдаги ҳаракат турбулент ҳаракат тартибиде, эканлиги текширилади (III тажриба ишига қаранг).

Тажрибада ўлчаш натижасида қиймати ҳисобланади, иккита қаршиликларга ва улар келтирилган формулалардан топилган қийматлари билан солиштирилади.

2. Қисқача назарий маълумотлар.

Маҳаллий қаршилик йўқотилган босим баландлиги (солиштирма энергияси) h_m , қуйидаги формула ёрдамида топилади.

$$h_m = \xi_m \frac{v^2}{2g}$$

бунда ξ – маҳаллий йўқотилган босим баландлиги коэффицентини, асосан тажриба асосида топилади ва эмпирик формулалар, жадваллар асосида китобларда келтирилади;

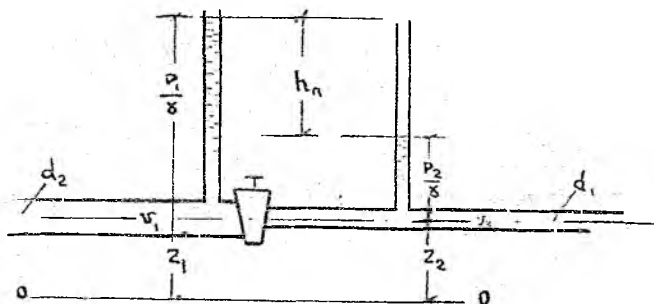
v – ўртача тезлик маҳаллий йўқотилган босим баландлиги коэффицентига келтирилган.

Маҳаллий йўқотилган босим баландлиги коэффицентини одатда қаршиликдан кейинги тезликка нисбатан олинади. Агарда қаршиликдан олдинги тезликка нисбатан олинган бўлса, келтирилган маълумотларда айтиб ўтилди.

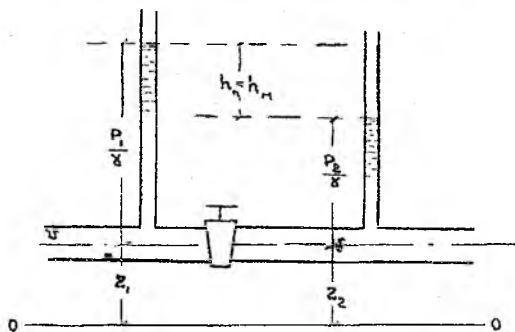
Бернулли тенгламасига асосан маҳаллий қаршиликдан олдинги кесимга нисбатан, яъни маҳаллий қаршиликни тезликка таъсири тугагандан сўнг узунликда олинган кесимларга ҳоҳлаган солиштириш текислигига нисбатан (7.1-расм) қуйидагича ёзилади.

$$h_u = \left(z_1 + \frac{P_1}{\rho g} \right) + \frac{\alpha v_1^2}{2g} - \left(z_2 + \frac{P_2}{\rho g} \right) - \frac{\alpha v_2^2}{2g} = h_n + \frac{\alpha v_1^2}{2g} - \frac{\alpha v_2^2}{2g}$$

бунда h – қаршиликдан олдинги ва кейинги кесимлардаги пьезометрларнинг кўрсаткичлари фарқи, бу фарқ мусбат ёки манфий бўлиши мумкин, масалан бирданига кенгайиш бўлганда (2)дан кўриниб турибдики, йўқотилган босим баландлиги пьезометрлар кўрсаткичи фарқига тенг $h_u = h_n$ қувур диаметри қаршилик олдидагиси кетидагисига тенг бўлганда (7.2-расм). Бошқа ҳолларда йўқотилган босим баландлиги (2) формула ёрдамида топилади.



7.1-расм.



7.2-расм.

Ўлчанган пьезометрлар фарқи ва қувурдаги тезлик маълум бўлганда тажрибадан h_u топилади ва ундан маҳаллий қаршилик коэффициентни топилади

$$\xi_u = \frac{2gh_u}{v^2}$$

Тўлиқ маҳаллий қаршиликлар устидаги маълумотни гидравликага онд китоблардан тушуниб олинса бўлади.

3. Керакли қурилмалар.

1. Пьезометрлар билан жихозланган тажриба қурилмаси.
2. Штангенциркуль.
3. Ўлчаш идиши.
4. Секундомер.

4. Тажриба қурилмасини тушунтирилиши.

Қурилманинг тушунтирилиши 6-тажриба ишида келтирилган.

5. Тажрибанинг ўтказилиш тартиби ва унинг мазмуни.

1. (6) ва (7) қувурларни тозалаш учун B_1 , B_2 , B_3 , B_4 ва B_5 кранларни очиб сув ўтказилади то тоза сув тушмагунча B_4 ва B_5 кранлардан.
2. Қувурлар тозалангандан кейин босимли идиш (2) тўлдирилади, бунинг учун B_1 , B_2 кранлар ёпилиб B_6 кран очилади ва қувур орқали идиш тўлдирилади. Идиш сиртида ўрнатилган сув ўлчагич орқали идишнинг тўлдирилиши кузатиб турилади. Идишда сувнинг бир хил сиртини ушлаб турилади. (3) воронка орқали ортикча сув чиқариб юборилади.
3. Тажрибанинг ўтказилиши. Идиш тўлдирилгандан кейин тажриба ўтказила бошланади. Иккита маҳаллий қаршилик коэффиценти аниқланади.

Бунинг учун:

а) ҳавони чиқариб юбориш учун пьезометрлардан ва резинка найлардан металл мосламага уланган сув маълум вақт оқишиб қўйилади;

б) маҳаллий қаршиликлар ўлчов бирликларини ўлчанади ва маҳаллий қаршиликлар олдиндаги ва ортидаги пьезометрлар кўрсаткичлари ҳам аниқланади;

в) B_2 , B_4 ва B_5 кранлар ёрдамида маҳаллий қаршиликлар пьезометрларининг кўрсаткичлари олинади. Сарфларни ўтказишда маҳаллий қаршиликлардан бир қисм катта бўлмаган сарф идишдан чиқиб туради;

г) пьезометрлар кўрсаткичи вақт бирлигида ўзгармаганда барқарор ҳаракат содир бўлади. Шундан кейин сарф ўлчанади. Унинг ҳосил қилиш вақти T қандайдир ҳажмда ўлчаш идишидаги ва бир вақтда пьезометрлар кўрсаткичлари ҳам ҳар бир маҳаллий қаршиликлар учун ёзиб олинади. Ҳамма ўлчовлар икки мартадан бажарилиб, ҳисобот жадвалига ёзилади.

6. Тажриба натижаларини бажариш тартиби ва унинг мазмуни.

Ҳар бир маҳаллий қаршиликлар учун:

1. Ҳар бир ўлчанган сарф Q учун ва қувурлар диаметрида маҳаллий қаршиликлар олдидаги ва ортидаги кесимлардаги тезликлар аниқланади.
2. (2) формула ёрдамида кузатилаётган маҳаллий қаршиликларда йўқотилган босим баландлиги топилади.

3. Топилган йўқотилган босим баландлиги орқали ҳар бир маҳаллий қаршиликлар учун (3) формула ёрдамида қаршилик коэффиценти топилади.
 4. Кузатилаётган маҳаллий қаршиликлар коэффицентлари формулалар ёрдамида ёки китоблардаги жадваллардан топилади.
 5. Кузатилган маҳаллий қаршиликлар коэффицентлари формулалар орқали ёки жадваллар орқали топилган қиймати билан солиштирилади ва % да уларнинг фарқи аниқланади.
- Ҳамма ҳисоблар ҳисобот жадвалига ёзилади.

7. Назорат саволлари.

1. Йўқотилган босим баландликларини йи/индиси нимани кўрсатади ва қандай ҳолларда ундан фойдаланилмайди.
2. Ҳамма вақт маҳаллий қаршиликларда йўқотилган босим баландлиги пьезометрлар кўрсаткичлари орқали топилади.
3. Квадрат қаршилик майдонида турбулент ҳаракатда маҳаллий қаршилик коэффиценти тезликка боғлиқми?
4. Агар $\vartheta = 1,6 \text{ м/сек}$ қаршилик коэффиценти тезлик $\vartheta = 1 \text{ м/с}$ бўлганда $\xi_{\text{н}} = 5$ тезликка нисбатан олинган қаршилик коэффиценти нимага тенг?
5. Кескин кенгайишда $\vartheta_2 = 0$ бўлганда қаршилик коэффиценти нимага тенг ва у қандай аталади?
6. Агар $d_1 = 0,05 \text{ м}$, $d_2 = 0,032 \text{ м}$ пьезометрлар фарқи $h_n = 0,20 \text{ м}$ ва қувурдаги сарф $Q = 2 \text{ л/сек}$ бўлганда 7.1-расмдаги краннинг қаршилик коэффиценти ($\xi_{\text{кр}}$) топилсин.

8. Ишнинг бажарилиши.

Тажриба иши ҳисобот тарикасида бажарилади. Унинг кўриниши келтирилган. Қурилма схемаси ва чизмалари каламда бажарилиши мумкин.

8-ТАЖРИБА МАШҒУЛОТИ ЮПҚА ДЕВОРЛИ КИЧИК ТЕШИКЛАРДАН СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ОҚИБ ЧИКИШИ

1. Ишдан маълумот ва масалалар

1. Юпқа деворли кичик доира ва тўғрибурчак шаклидаги тешиклардан суюқликларнинг оқиб чиқишини кузатиш ва инверсия ҳолатини кўриш.
2. Доира шаклидаги кичик тешикдан оқиб чиқаётган суюқлик найининг траекториясини аниклаш.
3. Коэффициентларни топиш: сиқилиш (ε), тезлик (φ), сарф (μ) ва йўқотилган қаршилик (ξ) кичик доира шаклидаги тешикдан оқиб чиқаётган суюқликнинг ва уларни гидравликага оид китобларда келтирилган қийматлари билан солиштириш.

Курилмада тешиклардан оқиб чиқишида қуйидагилар бажарилади:

- а) Доира ва тўғрибурчакли тўртбурчак шаклидаги тешиклардан оқиб тушаётган оқим найи узунлиги бўйича кесим шакли кузатилсин ва сиқилиш кесими ўлчови ўлчансин.
- б) Тушаётган оқим найи координаталари ўлчансин ва назарий формулалар орқали топилган қийматлари билан солиштирилсин.
- с) Босим баландлиги (напор) H ва Q курилмадан ўлчансин.
- д) Ўлчашлар натижасида ε , φ , μ ва ξ коэффициентлар топилсин ва улар гидравликага оид китобларда келтирилган қийматлари билан солиштирилсин.

2. Қисқача назарий маълумотлар.

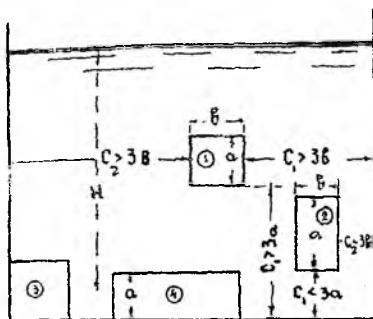
Тешик девори юпқа ҳисобланади, агар оқиб чиқаётган оқим найи деворнинг ички қиррасига тегмасдан отилиб чиқаётган бўлса.

Тешиклардан оқиб чиқаётган оқим найи сиқилишга эга бўлиб, у сиқилиш коэффициенти орқали ифодаланади

$$\varepsilon = \frac{\omega_1}{\omega} \quad (1)$$

бунда ω_1 — сиқилиш кесимидаги тирик кесим юзаси; ω — тешик тирик кесим юзаси.

Идиш деворлари оқиб чиқаётган суюқликка таъсир этмаса сиқилиш тугалланган ҳисобланади. Бунинг учун идиш деворлари идиш қиррасидан $C_1 > 3a$ ва $C_2 > 3b$ ма-



8.1-расм.

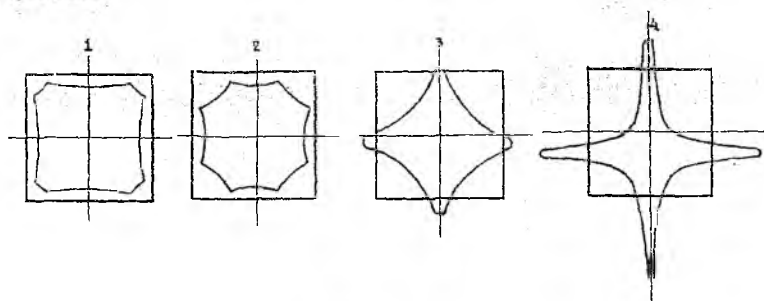
софада бўлиши керак (8.1-расм). Агар 1-ҳолат бажарилмаса, 2-ҳолатда сиқилиш тугалланмаган ҳисобланиб, сиқилиш коэффиценти катталашади.

Агар оқим найи тешикнинг ҳамма томонидан тешик периметри бўйича сиқилишга эга бўлса, сиқилиш ҳисобланади.

Тўлиқ бўлмаган сиқилишда эса тешикнинг бир қисми периметрида 3-ҳолатда сиқилиш содир бўлмайди, бунда тешик қирраси деворга такалади ва сиқилиш коэффиценти катталашади. Тубдаги тешикларда 4-ҳолат тўлиқ бўлмаган сиқилишга эга бўлади.

Кичик тешик деб вертикал ўлчов бирлиги босим баландлиги H га нисбатан кичик бўлади, шу сабабдан тешикнинг ҳамма нуқталаридаги тезликлар бир хил, тенг деб қаралиши мумкин.

Тешикдан оқиб чиқаётган оқим найи формасини узунлик бўйича ўзгартиради.



8.2-расм.

Доира шаклидаги тешикдан оқиб чиқишда тешик яқинида унинг формаси эллипс шаклига киради. Квадрат шаклидаги тешикдан оқиб чиқишда крес (8.2-расм) шаклига айланади. Оқим нацининг узунлик бўйича ўзгаришига *оқим инверсияси* деб аталади. Сиқилиш кесимидаги тезлик Бернулли тенгламаси оркали топилади, бунда 1-тенглама (8.3, а-расм) суюқлик сиртида олинган ёки хоҳлаган кесимга олинган (8.3, б-расм) бунда босим берилган сиқилиш кесимида (2-2) олиниб, сиқилиш тезлиги топилади, солиштириш текислиги 0-0 га нисбатан у тешик оғирли к марказидан ўтган.

Бернулли тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади

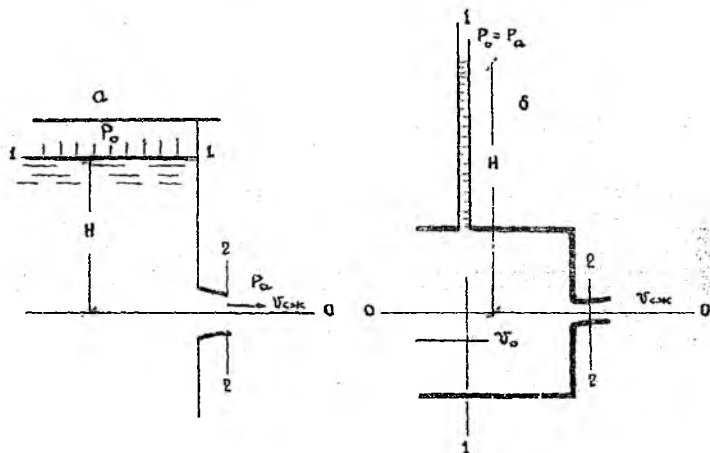
(2)

бунда H – тешик марказидаги босим баландлиги; P_0 – идишдаги суюқлик эркин сиртидаги босим; $P_{ат}$ – сиқилиш кесимидаги атмосфера босими; ρ_0 – I-I кесимдаги тезлик; ξ – қаршилиқ коэффиценти, 1-1 ва 2-2 кесимлар оралиғидаги йўқотилган (босим баландлигини) энергияни ҳисобга олади.

Бернулли тенгламасини топамиз.

$$\vartheta_c = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}} \sqrt{2g \left(H + \frac{\vartheta_0^2}{2g} + \frac{P_0 - P_{\text{ат}}}{\rho g} \right)} = \varphi \sqrt{2gH_0} \quad (3)$$

бунда $\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}}$ тезлик коэффиценти, қаршилик ҳисобига тезликнинг камайишини ҳисобга олади.



8.3-расм.

Агар тешикдан оқиб чиқаётган оқим тезлигининг қаршилик ҳисобига олинмагандаги тезликка нисбатан олинса

$$H_0 = H + \frac{\vartheta_0^2}{2g} + \frac{P_0 - P_{\text{ат}}}{\rho g}$$

Одатда ϑ_0 кичик, шу сабабдан $\frac{\vartheta_0^2}{2g}$ ҳисобга олинмаса ҳам бўлади.

Агар кириш тезлиги ҳисобга олиниши керак бўлса, уни узлуксизлик тенгламасидан

$$\vartheta_0 = \frac{\omega_\varepsilon}{\Omega}; \quad \vartheta_c = \frac{\varepsilon \omega}{\Omega} \vartheta_c$$

топилади. Бунда 1-1 тирик кесим юзаси.

Бернулли тенгламасига юқоридаги қийматларни қўйсак:

$$\vartheta_c = \varphi \sqrt{\frac{2g \left(H + \frac{P_0 - P_{\text{ат}}}{\rho g} \right)}{1 - \varphi^2 \left(\frac{\varepsilon \omega}{\Omega} \right)^2}} \quad (4)$$

Тешиқдан оқиб чиқаётган сув сарфи куйидаги формула ёрдамида топилади:

$$Q = \omega_c \vartheta_c = \varepsilon \varphi \omega \sqrt{2gH_0} = \mu \omega \sqrt{2gH_0} \quad (5)$$

бунда μ – сарф коэффициенти тенг $\mu = \varepsilon \varphi$ тешиқдан оқиб чиқаётган оқим найи парабола кўринишида (8.4-расм) бўлиб, унинг траекторияси тенгламаси

$$x = \vartheta_c t \cos \alpha; \quad y = \vartheta_c t \sin \alpha + \frac{gt^2}{2} \quad (6)$$

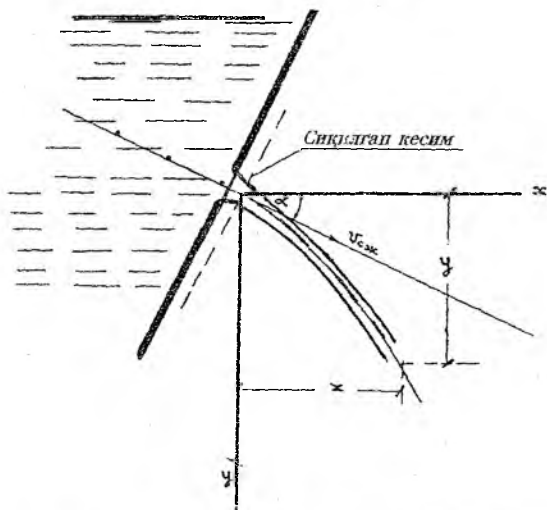
бўлиб, вақт t ни қисқартиргандан кейин

$$y = x \operatorname{tg} \alpha + \frac{gx^2}{2\vartheta_c^2 \cos^2 \alpha} \quad (6')$$

кўринишга келади.

Вертикал ($\alpha = 0$) тешиқдан оқиб чиқишда эса

$$y = \frac{gx^2}{2\vartheta_c^2} = \frac{gx^2}{2(\varphi \sqrt{2gH_0})^2} = \frac{x^2}{4\varphi^2 H} \quad (6'')$$



Ушбу тенглама оркали тезлик коэффициенти φ ни топса бўлади

$$\varphi = \frac{x}{2\sqrt{yH_0}} \quad (7)$$

3. Керакли курилмалар.

1. Тешиклардан окиб чиқишни ўрганиш тажриба курилмаси.
2. Ўлчаш линейкаси.
3. Ўлчаш идиши (бак).
4. Оқим найи кўндаланг кесимини ўлчаш асбоби (штангенциркуль).
5. Кўтариш вентели калити.
6. Секундомер.
7. Потрубкани тешикка киргизиш калити.

4. Тажриба курилмасини тушунтириш.

Сув лабораториядаги идишга ва курилмага K кран оркали узатилади. Насос ёрдамида унинг сарфи ўзгартирилиб, тўғрилиб борилади.

Тажриба курилмаси (8.5-расм) цилиндрик кувурдан иборат бўлиб, (1) ички диаметри $D=20$ см, иккинчи ёнида потрубка (6) бўлиб, у шланга ёрдамида идишдан келувчи водопровод кувури (2)га (бакдан) уланган.

Бошқа томондан латундан ясалган (3) тешик қилиниб, унга потрубка (4), ҳар хил кўринишдаги тешиклар буралиб жойлаштирилади. Худди шундай ҳар-хил турдаги қиска кувур найлар (насадкалар) ҳам ўрнатилган.

Тешиклардан чиқаётган сув новдан (5) окиб чиқиб кетади.

Сув сарфини ўлчаш учун сувнинг тушишида новни устки қисми сув ўлчагич идиш (бак) (7) бор. (8) винт ёрдамида цилиндрик кувурни қия ҳолига келтирса ҳам бўлади, унда чиқаётган оқимни ҳар-хил бурчак остида чиқиши кузатилиши мумкин. Тешик марказидаги босим баландлигини потрубка (9)га пьезометр (10) уланган бўлиб, шу ёрдамида ўлчанади.

Цилиндрни (1) бўшатиш учун унинг тагидаги чиқариш крани (11) дан фойдаланилади.

Окиб чиқаётган оқим найининг координаталарини ўлчаш горизонтал рейка (12) ёрдамида бажарилади. Рейка шкалаларга бўлинган бўлиб, абсисса ўқи вазифасини бажаради. Вертикал ўлчовларини оқимни нина ёрдамида (13) тушаётган сув кесими марказидан рейкага ўлчаниб олинади.

5. Тажрибани ўтказиш тартиби ва унинг мазмуни.

1. Доира шаклидаги тешикдан окиб тушаётган оқим найининг инверсиясини кузатиш ва сиқилиш кесими ўлчови бирликларини топиш.

а) Цилиндрик кувурни флякунга квадрат тешикка эга бўлган тешик буралади. Уни ўлчаш бирликлари ўлчаб олинади. Сарфни ўзгартирувчи кран (K) ёрдамида тешикдан сарф ўтказилади, кузатилади ва кўндаланг кесим шакли оқим бўйича чиқиб борилади;

- б) Кран (K) беркитилади ва чиқариб юборувчи кран (11) очиб бўшатилади, сўнг доира шаклидаги тешик квадрат тешик ўрнига буралади ва унинг ички диаметри D ва тешик диаметри ўлчанади.
- с) Пьезометрлар штуцерга потрубкаларга ўланади. Кейин кран (K) очилади ва оқим ҳосил қилинади. Оқиб чиқаётган оқим найи кузатилади, унинг кесим формаси, горизонтал ва вертикал диаметрлари (d_1 ва d_2) сиқилиш кесимида ўлчанади. Ўлчанган қийматлар ҳисобот жадвалига ёзилади.

2. Тезлик коэффицентини топиш учун оқиб тушаётган оқим найи координаталари траекторияси аниқланади.

Барқарор ҳаракат пьезометрлардаги кўрсаткич ўзгармас бўлганда доира шаклидаги тешикдан оқиб чиқиш ҳосил этилиб:

Тешик марказидаги босим баландлиги пьезометрлар ёрдамида аниқланади; б) Учта нукта учун оқим траекториясида олинган координатаси горизонтал рейка ва ўлчаш нинаси ёрдамида ўлчанади. Ҳамма олинган қийматлар ҳисобот жадвалига ёзилади.

3. Сарф коэффицентини доира шаклидаги тешикдан оқиб чиқишини топиш.

Тажриба ўтказиш билан бирга 2. да кўрсатилганидек, икки марта оқим сарфи ўлчанади. Ҳамма сарфни ўлчашдаги қийматлар сув билан бакнинг-огирли ги, сув тўлишдаги вақт бош ҳисобот жадвалига ёзилади.

6. Баждарилиш тартиби ва мазмуни.

1. Оқим инверсияси ва сиқилиш коэффицентини аниқлаш.

- а) Квадрат шаклидаги тешикдан оқиб чиқаётган оқимни шаклини ҳисобот жадвалига ёзиш ва чизиш.
- б) Сиқилиш коэффицентини топишда аввало сиқилиш кўриниши тугалланган ёки тугалланмаганлиги аниқланади.

Тугалланган сиқилишда

$$\frac{D-d}{2} > 3d$$

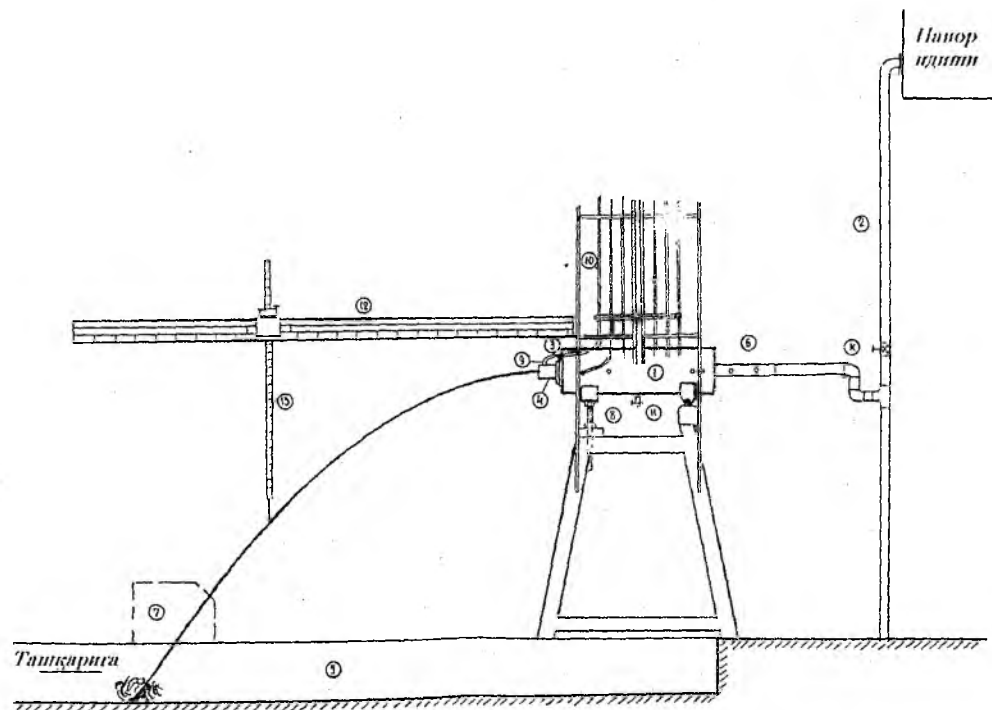
бўлиши шарт

- с) Сиқилиш коэффицентини (1) формула ёрдамида топилади

$$\varepsilon = \frac{\omega_c}{\omega} = \frac{d_1 d_2}{d^2}$$

- д) ε нинг қиймати бошқа муаллифлар томонидан топилган қийматлар билан солиштирилади.
- е) Сарф коэффицентини топиш.

Тешик ўлчов бирликлари, сарфи ва пьезометрларнинг кўрсаткичи ёрдамида:



8.5-расм.

1) Олдиндан аниқлаймиз

$$H_0 = z + \frac{P}{\rho g} + \frac{g_0^2}{2g}$$

бунда z нуктанинг координатаси, пьезометрни кўрсаткичи тешик ўкига нисбатан шундан олинади; g_0 – тешикка киришдаги тезлик. g_0 – патрубкдаги тезликка тенг

$$g_0 = \frac{a}{0,785D^2}$$

2) (6) формула ёрдамида сарф коэффициентни топилади:

$$\mu = \frac{Q}{\omega \sqrt{2gH_0}} \quad (8)$$

бунда Q – икки мартаба тажрибадан олинган сарфнинг ўртача қиймати.

3) Топилган μ ни бошқа муаллифлар қиймати билан солиштириш, бошқа муаллифлар қиймати қуйида келтирилган.

2. Тажрибада топилган траекторияни кўриш ва чизик тезлик коэффициентини топиш.

Уч нукта координаталари ўлчаниб:

а) Миллиметр қо'зида тажрибадан олинган оқим найи траекторияси қурилади.

б) (7) формулага асосан уч марта ўлчаш асосида тезлик коэффициентни топилади ва унинг ўртача қиймати аниқланади.

с) Тезлик коэффициентининг қиймати бошқа муаллифлар қийматлари билан солиштирилади.

д) 6'' формула ёрдамида оқим траекторияси: қурилади ва тажрибадан олинган қийматлари билан солиштирилади.

3. Топилган натижаларни текшириш.

Агар топилган қийматлар улар тўғри бўлса, ε , φ ва μ бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда қуйидаги тезликни кониктириши керак.

$$\mu = \varepsilon \varphi$$

7. Назорат саволлар.

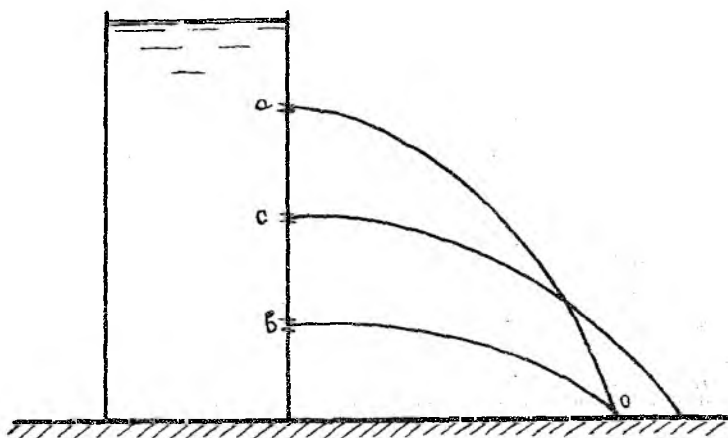
1. Кичик тешикдан оқиб чиқаётган оқимини солиштирам нисбий кинетик энергияси ва йўқотилган энергияси топилин.

2. Тешикдаги a ва b томонлар идиш ён томонида қандай жойлаштириш керакки, ундан оқиб чиқаётган оқим найи «0» нуктага (8.6-расм) кўрсатилганидек тушсин.

3. Идишнинг ён деворига тешик қандай ўрнатилганда оқим найи катта узунликка узатилади (8.6-расм).

4. Тажрибадан ўлчанган сарф доира шаклидаги тешикда $d =$ м патрубк диаметри $D =$ м ўлчанган босим баландлиги H_0 к м бўлганда тешик

Ўлчов бирлиги 2 мартаба катталашади ва 4 мартаба катталашганда қандай ўзгаради.



8.6-расм.

9. Ишнинг бажарилиши

Иш ҳисобот тариқасида бажарилиб, унинг формаси келтирилган. Қурилма схемаси ва бошқа чизмалар каламда бажарилади.

10. Маълумотномаларда (справочникда) келтирилган қийматлар.

Сув учун доира ва квадрат шаклидаги тешиклардан оқиб чиқиш тажрибадан олинган сарф коэффиценти μ нинг қийматлари.

Тешик маркази - дан напор	Тешик ўлчаш бирликлари ёки а, в, м					
	0,01		0,02		0,03	
	Доира	Квад.	Доира	Квад.	Доира	Квад.
0,20	0,635	0,648	0,616	0,624	0,611	0,617
0,30	0,629	0,633	0,612	0,619	0,608	0,613
0,60	0,622	0,628	0,608	0,618	0,605	0,610
1,00	0,614	0,620	0,604	0,610	0,602	0,607
1,50	0,610	0,618	0,602	0,609	0,601	0,606
2,00	0,608	0,614	0,601	0,608	0,600	0,605

Ўртача қабул қилиш мумкин.

$$\mu_{\text{ср}} = 0,625; \mu_{\text{кр}} = 0,615$$

Тугалланмаган сикилишнинг сарф коэффициентига таъсири куйидаги формула ёрдамида ҳисобланади.

а) Доира кесимли тешикларда

$$\mu_D = \mu(1 + K_1)$$

б) Тўғрибурчакли шаклдаги тешикларда

$$\mu_{\kappa\delta} = \mu(1 + K_2)$$

бунда K_1 ва K_2 Вейсбах формуласи оркали топилади.

$$K_1 = 0,0456 \left(14,8^{\frac{\omega}{\Omega}} - 1 \right)$$

$$K_2 = 0,076 \left(9^{\frac{\omega}{\Omega}} - 1 \right)$$

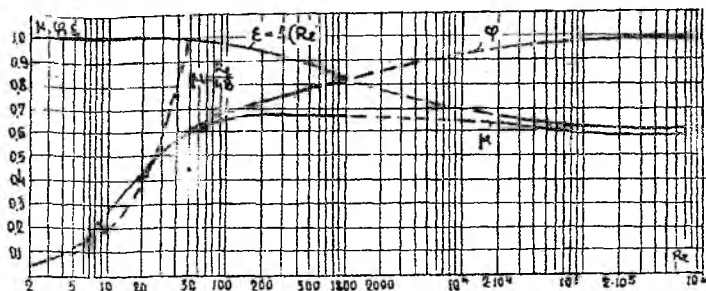
бунда ω – тешикнинг юзи; Ω – сувни тешикка келишидаги потрубканинг юзи; μ – тугалланган сикилишдаги сарф коэффициенти.

Жадвалда K_1 ва K_2 коэффициентлар қийматлари келтирилган.

$\frac{\omega}{\Omega}$	0,05	0,10	0,15	0,2	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55
K_1	0,007	0,014	0,023	0,034	0,045	0,059	0,075	0,092	0,112	0,134	0,161
K_2	0,009	0,019	0,030	0,042	0,056	0,071	0,088	0,107	0,123	0,152	0,178
$\frac{\omega}{\Omega}$	0,60	0,7									
K_1	0,189	0,260									
K_2	0,208	0,278									

Сарф коэффициентига, тезлик ва сикилиш коэффициентларига напордан ташқари ёпишқоқлик ҳам таъсир этади. Бу таъсир А.Д.Альтшул кўрсатишича Рейнольдс сонига боғлиқ (8.7-расм).

ε , φ ва μ ларнинг ўртача қиймати напор кичик бўлганда куйидагича қабул қилинади $\varepsilon=0,64$, $\varphi=0,97$ ва $\mu=0,62$



8.7-расм.

9-ТАЖРИБА МАШҒУЛОТИ. СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ОҚИМ НАЙЧАЛАРИ (НАСАДКА)ДАН ОҚИБ ЧИҚИШИ

1. Ишдан мақсад ва масалалар.

1. Ташки цилиндрик ва кенгаювчи конус шаклидаги оқим найчалардан сувнинг оқиб чиқишини кузатиш.
2. Ташки цилиндрик оқим найчалардан оқиб чиқаётган сувнинг вакуумини аниқлаш.
3. Ташки цилиндрик оқим найчаси коэффициентларини топиш: сиқилиш (ϵ), тезлик (ϕ), сарф (μ) ва қаршилиқ (ξ) ҳамда уларни китобларда келтирилган қийматлар билан солиштириш.

Ишнинг бажарилиши учун оқим найчасидан суюқликнинг оқиб чиқишини қурилмаларда бажариш:

а) Ташки цилиндр ва кенгаювчи конус шаклидаги оқим найчаларда оқим найининг оқиб чиқишини кузатиш. Ишнинг ҳолатини тулиқ кесим бўйича ташкил этиб, вакуум ҳосил бўлишини цилиндрик ва кенгаювчи конус оқим найчаларда кузатиш, ташки цилиндрик оқим найчаси вакуумнинг қийматини ўлчаш.

б) Ташки цилиндрик оқим найчаси учун босим баландлиги (напор) H ва сарф Q ни қурилмада ўлчаш.

с) Ўлчашлар натижасида вакуумнинг қийматини ҳисоблаш ва ташки цилиндрик оқим найчаси учун μ , ϕ , ϵ ва ξ коэффициентларни топиш, уларни бошқа муаллифлар келтирган қийматлари билан солиштириш ва вакуумнинг қийматини тажрибадан олинган қиймати билан солиштириш.

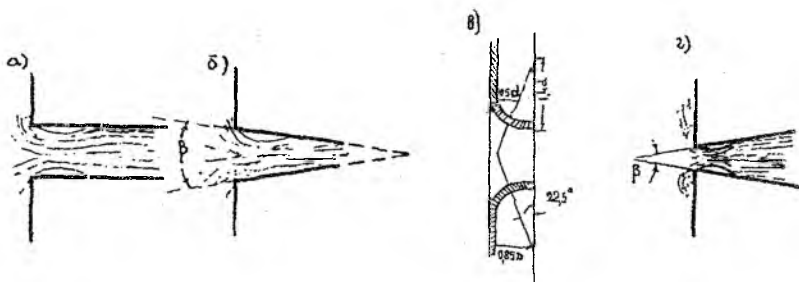
2. Қисқача назарий маълумотлар.

Оқим найчаси деб тешикка беркитилган қисқа найчага айтилади, ундан оқим найи ҳосил қилиниб, гидравлик қийматлар олинади. Катта сарфда катта ёки кичик кинетик энергия ҳосил қилинади ва х.к.

Ушбу янги хоссаларни оқимда ҳосил қилиш учун оқим найчалар ўлчов бирликлари маълум нисбатда бўлишлари керак.

Ташки цилиндрик оқим найчаси тешикка нисбатан сарф коэффициенти катта бўлиши учун $\frac{l}{d} 3 \dots 4$ бўлиши керак.

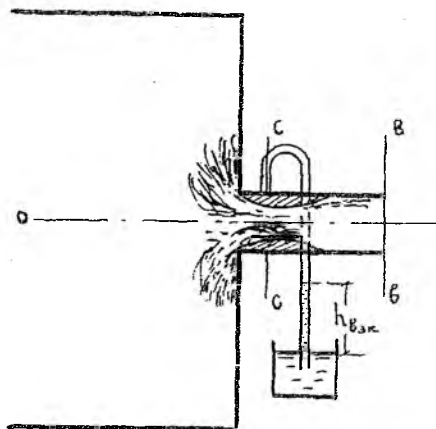
Оқим найчалар ташки ва ички бўлиб, қуйидагиларга бўлинади: цилиндрик, конуссимон (кенгаювчи ва тораювчи) ва (конацидельний) эгри чизикли 9.1-расмда кўрсатилган чизмалар сингари оқиб чиқиш найи D га эга бўлган киришга эга.



9.1-расм.

Ташки цилиндрик оқим найчаларда (9.2-расм) суюқлик оқимда сикилиш кесими ҳосил бўлиб, шу кесим майдонида вакуум ҳосил бўлади. Шу сабабдан, суюқлик сурилади ва оқим миқдори ошади.

Оқим найчасининг чиқи-ши кесимдаги тезлик Бернулли тенгламаси асосида топилади, бунда 1-1 кесими (9.3, а-расм) суюқлик сиртида олинган бўлиб ёки бошқа кесимда (9.3, б-расм) бўлиб, (кесимнинг босим ва тезлиги маълум бўлиши керак) ва чиқиш кесими 2-2 га нисбатан, солиштириш текислиги 2-2 кесимга тўғрикелган 0-0 кесим учун оқим найчаси ўкига нисбатан олинади.



9.2-расм.

$$z + \frac{P_1 - P_{ар}}{\rho g} + \frac{g_0^2}{2g} = \frac{g_2^2}{2g} + \xi_H \frac{g_2^2}{2g} \quad (1)$$

бунда, $z + \frac{P_1 - P_{ар}}{\rho g} = H$ – оқим найчаси марказидаги напор;

z – 1-1 кесимда олинган нуктанинг координатаси;

P_1 – шу нуктадаги гидростатик босим;

$P_{ар}$ – атмосфера босими;

g_0 – 1-1 кесимидаги тезлик;

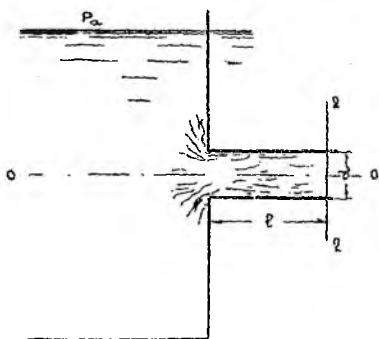
ξ – 1-1 кесимдан 2-2 кесимгача энергиянинг йўқолиш коэффициенти.

Йи/инди қаршилиқ коэффициентини топамиз. Қуйидагилар ҳисобга олиниши керак:

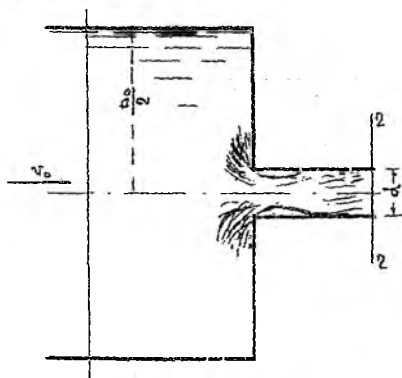
1. Тешикка киришдаги қаршилиқ ($\xi_{\text{тк}}$)
2. Оқим найчаларда оқимнинг бирданига кенгайишидаги қаршилиқ ($\xi_{\text{ок}}$).
3. Оқим найчаси узунлигидаги қаршилиқ ($\xi_{\text{уз}}$).

Демак,

$$\xi_H = \xi_{\text{тк}} + \xi_{\text{ок}} + \xi_{\text{уз}} \quad (2)$$



9.3, а-расм.



9.3, б-расм.

Ҳамма қаршилиқ коэффициентлари чиқишдаги тезликка нисбатан олинган

$$\xi_{\text{тк}} = 0,06 \varepsilon_{\text{тк}}^{-2} = 0,06 (0,64)^{-2} = 0,15 \quad (3)$$

$$\xi_{\text{ок}} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2 = \left(\frac{1}{\varepsilon_{\text{тк}}} - 1 \right)^2 = \left(\frac{1}{0,64} - 1 \right)^2 = 0,32 \quad (4)$$

белгиласак,

$$\xi_{\text{тк}} + \xi_{\text{ок}} = \xi_{\text{кк}} \quad (5)$$

$$\xi_{\text{уз}} = \lambda \frac{l}{d}$$

бунда λ – узунликдаги ишқаланиш коэффициенти; l – оқим найчаси узунлиги;

d – оқим найчаси диаметри.

(1) тенгламадан топамиз

$$g_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi_n + \lambda \frac{l}{d}}} \sqrt{2g \left(H + \frac{\alpha g_0^2}{2g} \right)} = \varphi \sqrt{2gH_0} \quad (6)$$

бунда $H_0 = H + \frac{\alpha g_0^2}{2g}$ – кириш тезлигига тўғриланган босим баландлиги (напор); φ – оқим найчаси тезлик коэффициентлари.

Оқим найчаси охирида тўлиқ кесим орқали оқим оқиб чиққанлиги учун ташки цилиндрик оқим найчасидан сиқилиш коэффициенти $\varepsilon = 1$ бўлганда сарф коэффициенти (μ) тенг бўлади:

$$\mu = \varepsilon \varphi = \varphi \quad (7)$$

Оқим найчасидан оқиб чиқаётган сарф ушбу формула орқали топилади

$$Q = \mu \omega_2 \sqrt{2gH_0} \quad (8)$$

Бернулли тенгламаси ёрдамида C-C сиқилиш кесимидаги оқим найчасидаги вакуумнинг қиймати топилади. Бунда тенглама сиқилиш кесимидаги оқим найчаси охиридаги кесимга, оқим найчаси ўқидан ўтган 0-0 солиштириш текислигига нисбатан олинади (9.2-расм).

$$\frac{P_c}{\rho g} + \frac{g_c^2}{2g} = \frac{P_{ат}}{\rho g} + \frac{g_r^2}{2g} + \xi \frac{g_r^2}{2g} \quad (9)$$

бунда P_c – сиқилиш кесимидаги гидростатик босим; g_c – сиқилиш кесимидаги тезлик; ξ – ишқаланишдаги қаршилик узунлик бўйича ҳисобга олинмаганда, бирданига кенгайиш йўқотилган энергия ҳисобга олингандаги йи/инди қаршилик коэффициенти.

$$\xi = \left(\frac{\omega_r}{\omega_c} - 1 \right)^2 = \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 \right)^2 = \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^2} \quad (10)$$

(11) формула ёрдамида вакуумнинг қиймати топилади.

$$\frac{P_{ат} - P_c}{\rho g} = h_{вак} = \frac{g_r^2}{2g} \left[\frac{1}{\varepsilon^2} - 1 - \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^2} \right] = \frac{2(1-\varepsilon)g_r^2}{\varepsilon 2g} \quad (11)$$

(6) формулани қўллаб (9) тенгламадан қуйидагини топамиз

$$h_{вак} = 2\varphi$$

шу саволлар бўйича китоблардан тўлиқ маълумот олинади.

3. Керакли қурилмалар.

1. Ташки цилиндрик ва кенгаювчи конуссимон оқим найчалардан оқиб чиқиш тажриба қурилмаси.
2. Ўлчаш линейкаси.
3. Ўлчаш идиши (бак).
4. Секундомер.

5. Оқим найчаларни тешикка бураш калити.
6. Кўтариш ванти калити.

4. Тажриба қурилмасини тушунтирилиши.

Тажриба қурилмасини тушунтирилиши 8-тажриба ишида келтирилган. Қўшимча қилиб шуни айтиш керакки, оқим найчаларда босимни ўлчаш учун штуцерлар ўрнатилиб, вакууметрлардан фойдаланилади. **Тажрибани ўтказиш тартиби ва унинг мазмуни.**

1. Оқим найчаларда ишлаш шароитини ўрганиш. Ташқи цилиндрик ва кенгаювчи конус оқим найчалардан оқиб чиқишни кузатиш учун:

а) Ўлчов бирликларини ҳисобот жадвалига ёзиш.
 б) Чиқишда тўлиқ оқиб чиқишни тажриба қурилмасида ташкил қилиш. Бунинг учун оқим найчаларни сувини очилади ҳамда ёпилади напор ўзгармасдан кўтарилади, яъни очиқ штуцерлар ёки вакууметр уланган ёпик бўлади.

с) Цилиндрик ва кенгаювчи конуссимон оқим найчалардан оқиб чиқаётган сарфни берилган ўзгармас босим баландлигида (напор) ва ўлчанган вакуумни топилисин.

2. Ташқи цилиндрик оқим найчаси учун сарф коэффициентини ва сиқилиш кесимидаги вакуумни топиш.

а) 7-тажриба ишида кўрсатилганидек, сарфни ва босим баландлиги H ни икки маротаба ўлчаш натижасида ўзгартириш вентелини бир хилда бураб, оқим найчаси сарф коэффициентини топилади.

б) Ташқи цилиндрик оқим найчасида вакууметрнинг кўрсаткичининг энг катта қийматини сиқилиш кесимидаги вакуум деб топилади.

6. Тажриба ишининг бажарилиши ва унинг мазмуни.

1. Оқим найчалар ишлаш ҳолатини ўрганиш 5-пунктда кўрсатилганидек, оқим найчалар ишлаш ҳолати ўрганилиб, ҳисобот жадвалига натижа ёзилади;

2. Сарф коэффициентини топилади.

Бунинг учун куйидагилар бажарилиши керак:

а) Таъсир этувчи напорни топиш. Таъсир этувчи напорни куйидаги формула орқали топиш мумкин

$$H_0 = Z + \frac{P}{\rho g} + \frac{g_0^2}{2g}$$

бунда z — тешик марказидан олинган пьезометр кўрсаткичининг координата нуқтаси; g_0 — оқим найчасига киришдаги тезлик, g_0 цилиндрик қурилма қувурнинг тезлигига тенг:

$$g_0 = \frac{Q}{0,785 D_0^2}$$

бунда Q – икки мартаба ўлчанган сарфнинг ўртача қиймати; $\frac{P}{\rho g}$ – пьезометрларнинг кўрсаткичи.

б) **Сарф** коэффициентини топиш. Ўлчанган сарф қийматларига асосан, оқим найчаси тирик кесими юзасига ва таъсир этаётган напорга асосан сарф коэффициентини формула ёрдамида топилади.

$$\mu = \frac{Q}{\omega_r \sqrt{2gH_0}}$$

Топилган сарф коэффициентини китобларда келтирилган қиймати билан солиштириш.

с) Ташқи цилиндрик оқим найчасидаги вакуумнинг қийматини топиш.

Ташқи цилиндрик оқим найчаси сиқилиш кесимидаги вакууметрни кўрсаткичи $h_{\text{вак}}$ ва штуцер оркали туташтирилган сиқилиш кесимига топилади. Ўлчанган вакуумнинг қиймати (12) формуладан топилган қиймати билан солиштирилади, ε юпка деворли кичик тешикники. φ тажрибадан олинган.

7. Текширув саволлар.

1. Ташқи цилиндрик оқим найчалардан оқиб чиқаётган оқим найининг солиштирма кинетик энергияси ва йўқотилган энергияси топилсин.
2. Берилган H_0 ва d ларда ички цилиндрик, кенгаювчи ва тораювчи конуссимон оқим найчалардан оқиб чиқаётган оқим сарфи топилсин.
3. Максимал вакуумдан катта бўлмаганда ташқи цилиндрик оқим найчасининг энг катта напори топилсин.

8. Ишнинг бажарилиши.

Иш ҳисобот тарикасида бажарилади, унинг шакли келтирилган. Курилма схемаси ва бошқа чизмалар қаламда бажарилади.

9. Китобларда келтирилган қийматлар.

Ҳар хил шаклдаги оқим найчалардан оқиб чиқиш тажрибадан топилган коэффициентлар.

№	Оқим найчалар номи ва оқиб чиқиш ҳолати.	Коэффициентлар			
		μ	φ	ε	ξ
1	Ташки цилиндрик оқим найчаси				
	а) ўткир кириш қиррали ($l \geq 3d$)	0,82	0,82	1,0	0,5
	б) кириш силлик, кириш қирраси ёйсимон.	0,95	0,95	1,0	0,06
2	Ички цилиндрик оқим найчаси				
	а) $l > 3d$ бўлганда;	0,71	0,71	1,0	1,0
	б) $l < 3d$ бўлганда.	0,51	0,97	0,53	0,06
3	Тораювчи конус шаклидаги оқим найчаси				
	а) ўртача конус бурчагида				
	$\beta = 12^\circ$ дан 15° гача;	0,94	0,96	0,98	0,09
	$\beta = 12^\circ 24'$	0,946	0,936	0,983	0,08
4	Коноидал оқим найчаси (оқим шаклидаги)	0,97	0,97	1,0	0,06
5	Кенгаювчи оқим найчаси				
	а) конус бурчаги ўрт = $5^\circ - 7^\circ$	0,45...0,5	0,45	1,0	3,94-3,0
	б) конус бурчаги = 5°	0,483	0,483	1,0	3,3

Ташки цилиндрик оқим найчасининг сиқилиш кесимидаги вакуумнинг қиймати тахминан

$$h_{\text{вак}} \cong 0,75 H_0$$

бунда H_0 — тешикнинг чиқишидаги марказидаги напор.

10-ТАЖРИБА МАШҒУЛОТИ

ЎЗГАРУВЧАН НАПОРДА СУЮКЛИКЛАРНИНГ АТМОСФЕРАГА ОҚИБ ЧИКИШИ.

1. Тажриба ишининг мақсади ва масалалари.

1. Барқарор бўлмаган суюқликларнинг ҳаракат тури билан танишиш.
2. Суюқликларнинг нобарқарор ҳаракатида H берилган ҳолда идишдаги (бакдаги) сув киритилмаганда ва бир хил сарф идишга киритилганда сувнинг пасайиш вақтини топиш.
3. Топилган вақтни суюқлик ҳажмининг оқиб чиқиш вақти билан барқарор ҳаракатда солиштириш.

10.1-расмда келтирилган схемага қурилма учун:

а) Ўзгарувчан напорда бир-хил ҳажмдаги оқиб чиқиш вақти ҳар-хил. Бунда ҳар-хил ўртача сарф ва тезликни топиш керак.

б) Бир-хил ўзгармас напорда вентелни бураб, сарф коэффициентини μ топилади, унинг юзага нисбати вентел ўтиш диаметрига тенг.

в) Вентел очилишида сув сиртининг пасайиши вақти H_1 напордан H_2 ва H_3 сув киритилмаганда ўзгармай сарфда идишга қираётганда ўлчанади.

д) Кузатилган вақт – формула ёрдамида топилган қийматлари солиштирилади.

е) Берилган бошланиш напори H_1 д идишнинг (бакнинг) бўшатилиш вақти топилиб, уни напор H_1 да барқарор ҳаракатда ўша ҳажмда бўшатилиш вақти билан солиштирилади.

2. Қисқача назарий маълумотлар.

Барқарор ҳаракатда қисқа қувурлар системасидаги сарф қуйидаги формула ёрдамида топилади.

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH} \quad (1)$$

бунда, μ – юзага нисбатан олинган система сарф коэффициентини; ω – вентел тешигининг диаметри бўйича топилган юза; H – напор (қувур охири кесими марказидан идишдаги сувнинг эркин сиртигача бўлган масофа).

Ўзгарувчан напордаги оқиб чиқишда сувнинг бакка келиб тушиши ва аксинча бўлиши ҳам мумкин.

1. Ўзгарувчан напорда оқим атмосферага оқиб чиқаётганда ўзгармас сув кириб тушиши.

Идишга ўзгармас сарф Q_0 , унга тўғрикелган напор H_0 бўлганда қуйидаги тенгликдан топилади.

$$Q_0 = \mu \omega \sqrt{2gH_0} \quad (2)$$

Призматик шаклдаги идишнинг қўндаланг кесими бўлганда напор H_1 дан H_2 га ўтишдаги ўлчанган вақтни қуйидаги формула ёрдамида топилади

$$T = \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}} \left[\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2} + \sqrt{H_0} \ln \frac{\sqrt{H_0} - \sqrt{H_1}}{\sqrt{H_0} - \sqrt{H_2}} \right] \quad (3)$$

бунда H_1 – бошланғич напор; H_2 – T вақт ўтгандаги напор; H_1, H_2 иккаласи H_0 дан катта ёки кичик.

Агар $H_1 < H_0$ бўлса, идишдаги сувнинг сирти ошиб боради; $H_1 > H_0$ бўлса, идишдаги сувнинг сирти пасайиб боради; $H_1 = H_0$ бўлса, идишдаги сувнинг сирти ўзгармас бўлади.

2. Ўзгарувчан напорда оқим атмосферага бўлганда кириш бўлмаганда, яъни $Q_0 = 0$ ва $H_0 = 0$ бўлганда H_1 дан H_2 гача напор ўзгарганда вақт

$$T = \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}} \left[\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2} \right] \quad (4)$$

Идишнинг тўлик бўшатишганда ($H_2 = 0$);

$$T_0 = \frac{2W_0}{\mu\omega\sqrt{2gH_1}} = \frac{2W_0}{Q_1} \quad (5)$$

ёки

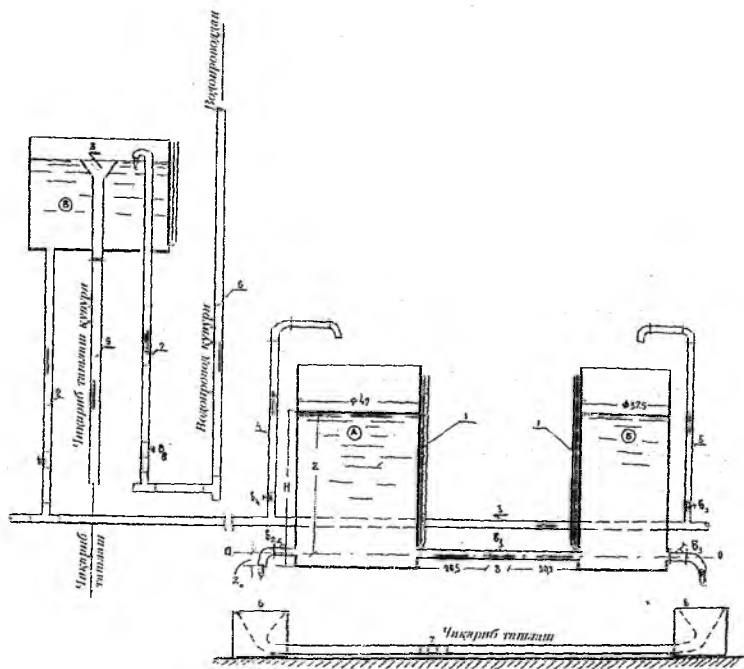
$$T_0 = \frac{2\Omega\sqrt{H_1}}{\mu\omega\sqrt{2g}} \quad (5')$$

бунда W_0 – H_1 баландликдаги идишнинг ҳажми. H_1 бошланғич напорга тўғрикеладиган сарф тенг $Q_1 = \mu\omega\sqrt{2gH_1}$ бўлса, ўша ҳажмдаги сувнинг оқиб чиқишида ўзгармас бошланғич напорда идишни бўшатиш – кириш бўлмаганда икки баробар вақт катта бўлади. T_0 ва T ларнинг боғланиши ушбу формула ёрдамида бажарилади

$$T_0 = T \frac{\sqrt{H_1}}{\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}} = T \frac{1}{1 - \sqrt{\frac{H_2}{H_1}}} \quad (6)$$

H_1 ва H_2 напорнинг қийматларини ва вақт T ни билган ҳолда сув сиртининг пасайиши H_1 ва H_2 гача бўлган идишнинг тўлик бўшатилиш вақтини топса бўлади.

Китоблардан ишнинг бажарилиши хақида керакли маълумотлар олинса бўлади.



10.1-расм.

3. Керакли қурилмалар.

1. Ўзгарувчан сиртли идишли қурилмадан оқиб чиқиши.
2. Ўлчовли линейка.
3. Ўлчаш идиши.
4. Секундомер.

4. Қурилмани схемаси ва унинг тушунтирилиши.

Ўзгарувчан напорли қурилмасидан оқиб чиқишни кузатиш (10.1-расм)да v_1 вентил ёрдамида туташган А ва Б идишлардан иборат v_1 вентел берк бўлган ҳолатда ҳар бир идиш алоҳида қурилма ҳисобланиши мумкин). Идишларда қиска патрубк вентеллар v_2 (v_3) оқиб чиқишда сарфни ўзгартириш учун керак бўлади. Шкалаланган идишдаги сувнинг сиртини аниқлаш учун сув ўлчагич найча (1) ўрнатилган бўлиб, унинг 0 киймати солиштириш текислиги 0-0 устида ётади. Сув А ва Б идишларга лабораториядаги В қувурлар орқали 2, 3, 4 ва 5 келтирилади.

A ва *B* идишга келтирилган сарфни ўзгартириш қувурлар 4 ва 5 ларда ўрнатилган вентеллар φ_4 ва φ_5 ёрдамида бажарилади. Қурилма шундан сув босимли идишларга сув олади, водопроводдан келтирилади. Уни ўзгартириб бориш вентел φ_6 (иш қурилмаси схемаси 6. да келтирилган) бажарилади.

Босимли идишлардан ортиқча сувни чиқариб ташлаш учун айланма шаклидаги сув ўтказгич (8) дан фойдаланилади. У чиқариб ташлаш қувири (9) га эга. Қурилмадан сув йи/увчи (6) идишга келиб, (7) оркали чиқариб юборилади.

5. Тажрибанинг ўтказилиш тартиби ва унинг мазмуни.

А. Тажириба ўтказиш қурилмасини ишга тайёрлаш.

Тажириба ўтказишгача қуйидаги ишларни бажариш керак:

1. Қурилмага келтиришдаги қувурларни тозалаш, уни қувурлардан тоза сув келгунга қадар давом эттирилади. 6 ва 7 ишларга қаранг.
2. Босимли идиш *B* тўлдирилади, бунинг учун φ_1 вентел беркитилиб, φ_6 вентел очилади (6-қурилма схемаси). Идиш тўлгандан сўнг чиқариб ташлаш қувири оркали сув чиқариб ташланади.
3. *A* ва *B* қурилма идишларининг ички диаметрлари ўлчанади, ҳамда вентел φ_2 (φ_3) кириш диаметри ўлчов бирликлари ҳам ўлчанади.
4. Қабул қилинган вентел φ_2 (φ_3) очилишида қурилма сарф коэффициентини топилади; бунда φ_1 вентели ёпиқ бўлади, худди шундай φ_4 ва φ_5 вентеллар ҳам ёпиқ бўлади.
 - а) φ_4 (φ_5) вентеллар очилади ва *A* (*B*) идиш тўлдирилади ва φ_2 (φ_3) вентеллар очилиб, бакдаги сув сирти бир ўзгармас ҳолда ушлаб турилади;
 - б) *A*(*B*) идишлардаги сув сирти ўзгармас ҳолатида барқарор ҳаракат учун сарф ўлчанади, ҳажм *W* ни ўлчаб ва идишни тўлдириш вақти *T* ни ўлчаб;
 - в) Бакдаги сувнинг белгиси *z* ни шишали сув ўлчагич шкали найдан фойдаланиб топилиб, таъсир этувчи напор *H* топилади ва чиқиш кесимига тўғрикелган қувурнинг z_0 ҳам солиштириш текислиги 0-0 га нисбатан топилади.

Б. Нобарқарор ҳаракатларни ва сув кириши бўлмаган ҳолда оқиб чиқишни кузатиш.

φ_2 (φ_3) вентелларга тегмаган ҳолда φ_4 (φ_5) вентеллар тез беркитилиб, *T* вақт бирлигида шкали шиша сув ўлчагич най ёрдамида идишдаги сув сиртигача бўлган z_1 ўлчанади. Бундан сўнг T_2 , T_3 , T_4 вақтлар белгиланади. Сирт кўрсаткичи тушганда 10, 20, 40 см z_1 дан пастга z_2 , z_3 , z_4 ўлчанади.

В. Ўзгармас сарф идишга кирганда оқиб чиқишни кузатиш (ўрганиш).

1. Идишлар бўш бўлган ҳолда φ_2 (φ_3) вентелларга тегмасдан φ_4 (φ_5) вентеллар катта очилади. Идишдаги сувнинг сирти кўтарила бошлайди. T_1 вақтда шкали сув ўлчагич шишадаги, шунда z_1 нинг ҳолати

аниқланади. Кейин сирт 10, 20, 40 см кутарилганда z_1 дан у z_2, z_3, z_4 бўлганда вақт ўлчаб борилади.

2. Q_0 киришдаги сарф топилади. Бунинг учун вақт T_0 бўлгандаги идишдаги тўлдирилган сув ҳажми W_0 орқали идиш чиқишдаги қувур (4)га келтирилади.

5. Ишнинг бажарилиши тартиби ва унинг мазмуни.

1. Вентел киришдаги диаметрига тўғрикеладиган юзага нисбатан олинган системанинг сарф коэффициентни (1) формула орқали топилади.

$$\mu = \frac{Q}{\omega \sqrt{2gH}}$$

бунда, $H = z - z_c$; $Q = \frac{W}{T}$,

W – ўлчаш идишидаги сувнинг ҳажми;

T – унинг тўлдирилиш вақти.

2. Идишдаги сувнинг сиртини 10, 20 ва 40 см бўлганда суюқлик ҳажми куйидаги формула ёрдамида топилади.

$$W = \Omega B h$$

бунда Ω – A (B) идишнинг кўндаланг кесим юзаси, у тенг

$$\Omega = 0,785 D^2$$

бунда D – идиш ички диаметри.

3. Идишдаги сув сиртининг пасайиш вақтлари:

$T' = T_2 - T_1$ – 10 см пасайиш вақти;

$T'' = T_3 - T_2$ – пасайиш вақти 10 дан 20 гача;

$T' + T''$ – 20 см га пасайгандаги вақт;

$T''' = T_4 - T_3$ – 20 см дан 40 см га пасайгандаги вақти бўлади.

4. Шу вақтлар (T', T'', T', T'', T''') оралигидаги ўртача сарфни куйидаги формула ёрдамида топамиз.

$$Q_{\text{ср}} = \frac{W}{T}$$

Ўзгарувчан напордаги нобарқарор оқиб чиқиш ҳаракатида ўртача сарф ҳар хил бўлади. Шунга ишонч ҳосил қилинади.

5. 4-формулага асосан график курамиз

$$T = (H_1; H_i)$$

ва унга нукталарни жойлаштирамыз. Топилган тажриба натижалари канчалик теоретик қийматлардан фаркланишини аниқлаймиз.

6. (5) ва (6) формулалардан идишнинг (бакнинг) бўшатилиш вақтини топамиз ва уни бир бири билан солиштирамыз.

7. Киришдаги сарф Q_0 ни формула оркали топамиз.

$$Q_0 = \frac{W_0}{T_0}$$

8. Q_0 сарфга тўғрикелган напор H_0 ни топамиз

$$H_0 = \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}$$

9. (3) формула ёрдамида $T = f(H_1; H_i)$ графигини чизамиз.

10. Графикка тажрибадан олинган нуқталарни жойлаштирамиз. Уларни идишни тўлдиришдаги кузатишлар натижасида топилган ва формулалар ёрдамида топилган қийматлари билан солиштирамиз.

7. Иш ҳисобот тариқасида бажарилади, унинг формаси келтирилган.

11-ТАЖРИБА МАШҒУЛОТИ ЎЗГАРУВЧАН НАПОРДА ВА СИРТЛАРДА СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ОҚИБ ЧИҚИШИ

1. Ишдан мақсад ва масалалар.

1. Ўзгарувчан напорда ва сиртларда сувнинг оқиб чиқишини кузатиш.
 2. Сиртларнинг H_1 дан H_2 гача ўзгариш фарқи вақтини топиш агар кириш ва чиқиш ҳам бўлмаган ҳолда.
 3. Топилган вақтни формулалар оркали топилган қийматлари билан солиштириш.
- 10-тажриба МАШҒУЛОТИда келтирилган схемага асосан қурилмада:
1. Икки идишда сув сиртлари ўзгармас ҳолларда қувурлар системасидаги сарф коэффициентни қиймати топилади ва у вентелга киришдаги юзага нисбатан олинади.
 2. Қувурдаги вентелнинг ўта очилишига нисбатан идишдаги сиртларнинг H_1 дан H_2 ва H_3 ўзгаришларга қараб, оқиб чиқиш вақти аниқланади.
 3. Тажрибадан топилган вақт формулалар ёрдамида топилгани билан солиштирилади.

2. Қисқача назарий маълумотлар.

Барқарор ҳаракатда қисқа қувурлардан оқиб чиқаётган сувнинг сарфи ушбу формула ёрдамида топилади:

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gH} \quad (1)$$

бунда μ – юза ω га нисбатан олинган системанинг сарф коэффициенти; ω – киришдаги вентел ω_1 нинг диаметрига тўғрикелувчи тирик кесим юзаси; H – напор, идишлардаги суюқлик сиртларининг фарқи.

Тажриба ўтказилаётган вақтда идишлардаги суюқлик сиртларининг ўзгариши, напори худди шундай сарфи ҳам ўзгарувчан бўлади ва ҳаракат нобарқарор бўлади. Бу вақтда вақт T напор H_1 дан H_2 цилиндрик идишлардаги ўзгаришда қуйидаги формуладан топилади.

$$T = \frac{2\Omega_1\Omega_2[\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}]}{(\Omega_1 + \Omega_2)\mu\omega\sqrt{2g}} \quad (2)$$

бунда Ω_1 ва Ω_2 идишларнинг горизонтал кесимидаги юзалар. Формула (2) дан вақт T_0 идишлардаги суюқлик сирти бир хил бўлганда ёки $H_2=0$ формуладан топилади.

$$T_0 = \frac{2\Omega_1\Omega_2\sqrt{H}}{(\Omega_1 + \Omega_2)\mu\omega\sqrt{2g}} \quad (3)$$

T_0 ва T оралиғидаги боғланиш қуйидаги формула орқали топилади.

$$T = \left(1 - \frac{\sqrt{H_2}}{\sqrt{H_1}}\right) T_0$$

Китобларда ўзгарувчан напорда ва сиртларда суюқликларнинг оқиб чиқиши кенгрок ёритилган.

3. Керакли қурилмалар.

1. Тажриба қурилмаси.
2. Ўлчовли линейка.
3. Ўлчаш идиши.
4. Секундомер.

4. Қурилманинг схемаси ва тушунтирилиши.

10-тажриба машғулотида қурилма схемаси ва тушунтирилиши келтирилган.

5. Тажрибанинг ўтказилиш тартиби ва мазмуни.

А. Қурилмани тажриба ўтказишга тайёрлаш.

Тажриба ўтказишдан олдин қурилма тайёр ҳолга келтирилади. Келтирувчи қувурларни ювиш ва босимли идишларни тўлдириш 10-тажриба машғулотида айtilганидек бажарилади.

Кейин қуйидагилар бажарилади:

- 1) А ва Б қурилманинг идишлари ички диаметрлари D_1 ва D_2 ўлчаб олинади, худди шундай вентел σ_1 киришидаги диаметри d ҳам ва шу диаметрға тўғрикелган юза топилади.
- 2) Икки идишни туташтирувчи қувур системаси вентел σ_1 очилишида сарф коэффициентини топилади.

Бунинг учун:

а) Вентел v_4 ва вентел v_3 очилади (вентел v_2 ёпик бўлиши керак). Вентеллар v_4 ва v_3 буралиб, A идишдаги сувнинг сиртини B идишдагига нисбатан баландроқ қилинади, уларнинг фарқи (напор $H = Z_1 - Z_2$) ўзгармас бўлиши керак, шунда оқим ҳаракати барқарор бўлади.

б) Мана шу барқарор оқим ҳаракатида z_1 ва z_2 шкалаланган сув ўлчагич орқали напор H топилади, уни B идишдан чиқаётган W ҳажм T вақт бирлигида топилиб, ҳамма ўлчанган қийматлар ҳисобот жадвалига ёзилади.

Б. Ўзгарувчан напорда ва сиртларда суюқликларнинг оқиб чиқишини ўрганиш.

v_1 вентелга тегмасдан v_4 ва v_3 вентеллар тез ёпилиб, T_1 вақт бирлигида A ва B идишлардаги шкалани сув ўлчагич шиша найлар орқали z_1 ва z_2 аниқланади. Бироз вақт ўтгандан кейин ўша сиртлар z_{1i} ва z_{2i} , T_2 ва T_3 худди шундай сиртлар солиштирилганда T_4 аниқланади.

6. Тажрибанинг бажарилиш тартиби ва унинг мазмуни.

1. A ва B идишларни туташтирувчи қувурлар системаси сарф коэффициентини аниқлаш.

1-пунктда ўлчанган сарф Q ва напор H , юза ω вентел кириш диаметрига тўғрикелган формула (1) ёрдамида топамиз.

$$\mu = \frac{Q}{\omega \sqrt{2gH}}$$

2. Сиртларни фарқи (напор) H , T вақт бирлигида аниқланади ва уни (2) формуладан топилган қиймати билан солиштирилади. Кузатишлар натижасида сиртларни фарқи (напор H) формула (2) орқали вақт T топилади, бунинг учун H_1 , H_2 ва H_3 керак бўлиб формула (3) орқали идишлардаги сиртларни тенглаштиришдаги T_0 вақт топилади. Натижалар жадвалга ёзилади. Худди шундай кузатишлардан олинган напор H_1 дан H_2 , H_1 дан H_3 ва H_1 дан H_4 0 гача вақтни ўлчаб жадвални тўлдирамыз.

Кейин тажриба натижаларини формулалар ёрдамида топилган қийматлари билан солиштирамыз. Абсолют фарқини ва фонз фарқини топамиз.

7. Иш ҳисобот тарикасида бажариллиб, унинг формаси келтирилган.

13-ТАЖРИБА МАШҒУЛОТИ ОҚИМНИНГ ТИРИК КЕСИМИ ТЕЗЛИГИНИ ЎЛЧАШ ВА САРФНИ АНИҚЛАШ

1. Ишнинг мақсади ва масалалар.

Ишнинг мақсади куйидагилардан иборат.

1. Оқим тезлигини ўлчаш баъзи бир асбоблари ва уларнинг тузилиши ҳамда ишлатилиши билан танишиш.
2. Пито найчаси (трубкаси) ёрдамида оқим тезликларини ўлчашни ўрганиш.
3. Оқим сарфини ўлчанган қийматлар ёрдамида топишни усуллари билан танишиш.

Ишни бажариш учун куйидагилар керак:

1. Танлаб олинган оқим кесимида тезликни ўлчаш учун вертикал белгиларни қўйиш.
2. Пито найчасини ўлчаш учун тайёрлаш.
3. Вертикал белгиларнинг нукталарида тезлик босим баландликлари қийматининг ўзгаришини кузатиш.
4. Ҳар бир вертикалда учта нуктада чуқурлик ва тезликни ўлчашни бажариш.
5. Олинган қийматлар натижалари асосида тезлик эпюрасини қуриш ва ўртача тезликни вертикал бўйича аниқлаш, сарфни ва оқим ўртача тезлигини аниқлаш.

2. Қисқача назарий маълумотлар.

Ўзанларда оқаётган оқим тезлигини ҳар хил чуқурлик ҳамда оқим эни бўйича оқим тирик кесимида одатда тубидан сиртга қараб, қир/окдан оқим ўқиға қараб ортиб боради.

Оқим тезлигини асосан кинематик суратларнинг ҳаракатларини аниқлаш учун ёки сарфини топиш учун ўлчанади.

Биринчи ҳолатда, оқим ҳар хил нукталарида тезликни қийматлари ва йўналиши топилади. Оқим чегара ҳолатлари таъсири натижасида оқимни ўраб олган деворлар ёки оқимға қўйилган жисмларда тезликлар майдони аниқланади.

Топилган тезлик майдонида ток чизикларини ўтказиш оқимнинг аниқ ҳаракат суратини кўрсатади.

Иккинчи ҳолатида оқим тирик кесими бирор бир створда танлаб олинади. Унда вертикаллар белгиланади. Бир қанча нукталарда вертикал бўйича тезликни топиб олинади. Ўлчанган вертикал чуқурликлар бўйича ва тезликлар бўйича тезлик энергияси кўрилиб, вертикалдаги ўртача тезлик аниқланади. Кейин ўртача тезлик ярим йи/индиси, вертикаллар оралиғи да ва улар оралиғидаги кесим юзаси топилади. Ўртача тезликлар-

нинг ярим йи/индисини кўпайтириш ўзининг юзасига кўпайтириш натижасида вертикаллар оралиғи да оқим сарфи топилади, уларнинг йи/индисини тўлиқ оқим сарфини беради. Шу сарфни тирик кесим юзасига бўлиб, ўртача тезлик топилади. Оқимда олинган нуктадаги тезликни ўлчаш қуйидаги усулда топилади:

1. Оқим келаётган сув устида ёки бирор чуқурликда қаттиқ жисм тезлиги ўлчанади (2-расм). Кейингисида жисм солиштирма оғирлигисуюқлик солиштирма оғирли гига тенг бўлган ҳолда ўлчанади.

2. Флюгер (3-расм) ёрдамида тезликни қийматини ва йўналишини ўлчаш мумкин. Бунинг учун флюгер байроқчасини айлантириб, оқим йўналиши бўйича қўйилади. Бу ҳолат байроқчани стрелкасини лимбани сув устига жойлаштиради, кейин байроқча 90^0 га бурилади ва пружина ёрдамида бириктирилади. Шундан кейин тезлик қанча қатта бўлса, шунча кўп бурилади. Бурилиш бурчагига асосан тарировка эгри чизиғи ёрдамида тезликни қиймати топилади. Ушбу асбобни аниқлик даражаси қатта эмас.

3. Микровертушка ёрдамида ва ҳар хил конструкциядаги вертушкалар ёрдамида тезлик ўлчанади уларнинг методикаси гидрометрия курсларида келтирилган.

4. Пито найчаси, Лосиевский, Бентуеля ва бошқа ёрдамида. Ушбу найчаларни тузилишлари ҳар хил тезликни ўлчаш хусусиятига эга.

Лабораторияларда ҳар хил нуктадаги тезликларни ўлчаш учун асосан Пито найчасидан фойдаланилади.

Энг кўп тарқалган Пито найчаси – цилиндрдан иборат бўлиб, унинг ичида динамик ва статик найчалар ўрнатилган (4-расм).

Оқимга қарши қўйилган динамик найча буришга эга. Бунда оқим буришга тўғрикелганда босим максимал қийматидан
$$h_s = \frac{g^2}{2g}$$
 цилиндр ўқиға

камаяди. Статик босимга қадар найчани чуқурлиғига қараб цилиндрлик қисмига яқинлашади, статик қийматдан камроқ бўлади. Кейин цилиндр ён томонида статик қийматга яқинлашади (5-расм). Цилиндрнинг шундай нуктаси олинадики, босим статик қийматга яқинлашсин ва босимни ошиши асбобни қўлиға боглик бўлиб, статик найча тешиғига тўғрикелсин. Найчанинг бурниға босимнинг таралиш сурати, оқимнинг тартиби, найчанинг қиялик бурчаги тезлик йўналишиға, суюқликнинг ёпишқоқлиғига таъсир этади.

Тўғрикўрсаткичға эға бўлиш учун найча ўқи тезлик йўналиши томон ўрнатилган бўлиши керак. Шундай ҳолларда h_s нинг максимал қийматига эға бўлинади. Бу ҳолат найчани оқимда тўғрикўйилишиға олиб келади.

Энг яхши найчани конструкциясида бирининг 1-2⁰ га ўзғариши тезлик йўналишиға нисбатан босимни 1-2% камайишиға олиб келади, агарда 10⁰ фаркка эға бўлса, 5-6% босим фаркланади.

1% аникликда ўлчаш учун найчани аниклиги (тарировкаси) φ тўғрилаш коэффициенти топилади.

Пито найчасини ишлашини кузатамиз. Бирор a нуктада (6-расм) оқимда иккита найча ўрнатилган: оддий пьезометр (статик найча) ва пастки қисми оқимга қарши қўйилган бурынли пьезометр (динамик найча). Оқимда динамик найча олдида кириш тешигидан олдин (A нуктада) P_B (B нуктада) бўлсин, шу нуктада тезлик эса g_A бўлсин. Динамик найча (A нуктада) оғирли к марказидаги кириш кесимида босим топилади.

Бернулли тенгламасига асосан горизонтал оқимда « B » ва « A » нукталардан ўтганда топамиз.

$$\frac{P_B}{\rho g} + \frac{g_B^2}{2g} = \frac{P_A}{\rho g} + \frac{g_A^2}{2g} \quad (1)$$

Динамик найчага киришдаги тезлик A нуктасида унда тенглама (1) қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$\frac{P_A}{\rho g} = \frac{P_B}{\rho g} + \frac{g_B^2}{2g} \quad (2)$$

(2) тенгламадан топамиз.

$$\frac{P_A - P_B}{\rho g} = \frac{g_B^2}{2g} = h_g \quad (3)$$

Демак гидродинамик найчадаги суюклик баландлиги статик кийматидан тезлик босим баландлиги $\frac{g_B^2}{2g}$ қадар катта бўлар экан.

Тажрибадан олинган динамик ва статик найчалардаги суюкликларнинг фарқи h_g тезлик босим баландлиги орқали берилган нуктадаги оқим тезлигига аникланилади.

$$g = \varphi \sqrt{2gh_g} \quad (4)$$

Юқорида кўрсатилганидек φ коэффициенти тарировка орқали топилади.

Лосиевскийнинг асбоби (7-расм) найчанинг динамик ва статик устки қисми шундай туташтирилганки, g харфи шаклида битта найча бўлади, уларни кўрсаткичи босим фарқи ўрганилаётган оқимда диаметрнинг кичиклиги туфайли ламинар тартиб бўлади. Анилин бўёғи аралашмасининг бир томчиси хусусий қурилма ёрдамида юборилади. Томчининг тезлик ҳаракати икки чизик белгиси орқали шиша найчадан топилади. Улар босим фарклари найчалар охирида ва унинг узунлигида аникланади. Ушбу босим фарқи суюклик баландлиги билан ифодаланади. У тезлик босим баландлиги h_g га тенг.

Бўялган томчи тезлиги ҳисобланиб, ундан оқим тезлиги найчадаги найча охири туширилгандаги тезлик аникланади. Маълумки, ламинар

ҳаракатда қаршилиқ иссиқлик (ҳарорат)га боғлиқ, бир хил иссиқликни ушлаб туриш учун найчадаги сув орқали совитилиб турилади.

Ҳақиқий тезликни ўлчанганда тезлик билан жуда яқин келиши найчани тарировка қилишга ҳожат қолдирмайди. Лосиевский найчаси ёрдамида лабораторияда кичик оқим тезликлари ўлчанади (2...40 см/сек).

Бентцеля найчаси ёрдамида тезликни 5 см/сек дан 100 см/сек (8-расм) ўлчаш мумкин. 8-расмдаги найчани схемаси қуйидагича бутун найча узунлигида олдин юқорига буралган, кейин эса пастга сув оқими тезлигига боғлиқ бўлади.

Кириш найчасига кенгайиш найчаси уланган, унга пўкак (поплавок) жойлаштирилган, унинг солиштирма оғирлиги бирдан озроқ кичик. Ҳаракат бўлмаганда пўкак найчанинг юқориги қисмига шкала нулидан ташқарида жойлашади. Тезлик қанча катта бўлса, пўкак шунча паст жойлашади. Тарировка қилиш натижасида пўкакнинг ҳолатига қараб, тезликни аниқлаш мумкин.

3. Керакли қурилмалар.

1. Пито найчаси
2. Дифференциал манометр.
3. Ҳаволи насос.
4. Веренос (Уровень).
5. Шовун (Отвес).
6. Термометр.

4. Пито найчасини тушунтириш.

Найчани ишлашга тайёрлаш. Ўлчашни бажариш.

Пито найчаси (3-расм) орқали иш бажариши қуйидагича бажарилади. Динамик (1) ва статик (2) найчалар битта цилиндрга (3) туташтирилган. Найчанинг охири (4) вертикал текисликка нисбатан бирор α бурчакка тортиш (5) сими орқали бурилиши мумкин. Сув усти цилиндрининг устки қисми вертикал сим билан туташтирилган (6), стрелка (7) шарнир орқали тортиш (5) сими билан туташтирилган. У α бурчакни топишга хизмат қилади ёки найчани охириги ҳолатини берилган бурчакда кўрсатади.

Найчани бурилишида вертикал ўққа нисбатан бурчакни ҳисоблаш горизонталнинг (8) орқали бажарилади.

Найча қопламасида юрувчи кўрсаткич жойлашган, у сув сиртини (3) кўрсатади. Қоплама вертикал штангага (10) уланган, у юқорига ва пастга микрометрен винти (11) орқали ҳаракатланади.

Вертикал ҳолатдаги ҳисоби корпус (12) орқали бажарилади, у найчада жойлашган. Динамик ва статик найчалар. Дифференциал манометр (13) найчаларга уланган.

Тезлик босим баландлиги қийматлари манометр найчаларидаги сув сатҳининг фарқи орқали топилади. Ҳисоблаш пастки минен орқали бажари-

рилади. Дифференциал манометр штанга шкалалари ва корпус югурдак (14) орқали олинади. Югурдакда чизикли ойна (15) ўрнатилган, ундан фойдаланганда ҳисоблаш камга ўзгаради. Дифференциал манометр асоси кўтаргич винт (16) билан ва ветернос (17) билан таъминланган. Дифференциал манометр бирор штангасида шовин (18) ўрнатилган.

Ҳаволи насосга тройник (19) орқали дифференциал манометр юкориги найчасига уланган.

Пито найчасини ишга солиш учун қуйидагиларни бажариш керак.

1. Ҳаракатсиз сув идишга Пито найчаси бурни туширилади.
2. Сув билан сурувчи насос ёрдамида дифференциал манометр тўлдирилади. Ҳаводан тозалаш мақсадида бир неча бор бириктириш шлангалари силкитилади.
3. Найчани ярмигача дифференциал манометрда суюқлик сирти кўрсаткичи бўлгунча насос олинади.
4. Насосга келувчи туташтирувчи найга кран ёки сикгич ёрдамида (20) маҳкам сикилади.

Агар Пито найчаси тўғритўлдирилган бўлса, бироз вақт (10, 15 минут)дан сўнг дифференциал манометр иккала қисмида сув сатҳи бир хил горизонтал текисликда бўлади (сиртлар фарқи нолга тенг).

- 1) Агар сув сирти дифференциал манометрда ўзгармасдан турса, унда туташтирувчи шлангани текшириб, ҳаво пуфакларини чиқариб юбориш керак. Агар бу ҳам қор қилмаса, бошқатдан сув тўлдирилади.

Пито найчаси тўлдирилган, ишлашга тайёр. Тезликни ўлчаш учун (имконияти борича найчани бурнини сувдан чиқармаган ҳолда) кузатилаётган оқимга найча бурни сурилади.

Тезликларни ўлчаш қуйидагича бажарилади:

1. Бирор солиштирама текислик олинади (пол, нов туби гидравлик тажрибалар учун ва х.к.) ва нониус шкаласи ёрдамида (12) нол ўрни топилади.
2. Найчанинг бурни горизонтал ҳолда ўрнатилиши шарт ($\alpha=90^0$). Динамик найча бурнини тешиги оқимга қаратилган бўлиши керак.
3. Кўрсаткич (9) найча бурни (11) винт ёрдамида берилган чуқурликка ўрнатилади.
4. 5-7 минут ўтганда сув сатҳи жойлашгандан кейин дифманометр тирсагидаги сатҳ фарқи олиб ташланади.
5. Берилган нуктадаги тезлик (4) формула ёрдамида топилади.

5. Тажрибанинг мазмунини ва уни ўтказиш тартибини.

1. Пито найчасининг тузилиши ва унинг ишлаш ҳолати билан танишиш.
2. Кузатилаётган оқимда кесим олиб, вертикаллар белгиланади, уларда нукталар миқдори аниқланади ва тезликлар киймати аниқланади. Одатда ҳар бир вертикалда чуқурликда учта нукта (уч нукталик усул) ёки бешта (беш нукталик усул) нукта олинади.

3. Пито найчаси ишлашга тайёрланади ва тезликлар босим баландликлари белгиланган чуқурликда ўлчаб олинади. Уч нуқтали ўлчашда сув сатҳидан тезлик ўлчанади, бунда берилган вертикалдаги оқим чуқурлиги.

Беш нуқтали усулда сув сиртида $0,2h$; $0,6h$; $0,8h$ ва оқим тубида ўлчанади.

6. Тажриба мазмуни ва уни бажариш тартиби.

Тажриба куйидагича бажарилади.

1. Формулада тезлик босим баландликлари орқали тезликлар куйидаги формула ёрдамида топилади:

$$g = \varphi \sqrt{2ghg}$$

2. Тезлик эпюраси чизилади.
3. Вертикалдаги ўртача тезликлар топилади.

Вертикалдаги ўртача тезлик деб шундай тезликка айтиладики, бунда бир бирлик оқим энидаги сарф ҳақиқатда чуқурлик бўйича ўлчанган сарфга тенг бўлади. Вертикалдаги ўртача тезлик эпюра $ABDC$ юзасини бўлинганига (сув сатҳи, вертикаллар туби ва тезлик чизиги билан чегараланган), вертикалдаги чуқурлик h га тенг (1, а-расм).

$$g_{\text{yp}} = \frac{ABDC}{h} \quad (5)$$

Гидрометрия курсларида (масалан В.В.Лебедев «Гидрология ва гидрометрия масалалари». Гидрометеиздат, 1952 й, 26-31 бет) кўрсатилганидек, вертикалдаги ўртача тезликларни топиш кенг тарқалган усуллари келтирилган.

Куйида аналитик усулда ўртача тезликларни топиш формуллари келтирилган:

а) уч нуқтали усулда:

$$g_{\text{yp}} = 0,25(g_{0,2} + 2g_{0,6} + g_{0,8}) \quad (6)$$

бунда $g_{0,2}$; $g_{0,6}$ ва $g_{0,8}$ берилган вертикалдаги $0,2$; $0,6$; $0,8$ чуқурликларда олинган тезликлар.

б) беш нуқтали усулда:

$$g_{\text{yp}} = 0,1(g_{\text{юкн}} + 3g_{0,2} + 3g_{0,6} + 2g_{0,8} + g_{\text{туб}}) \quad (7)$$

1) Вертикаллар оралиғидаги кесим юзалари топилади. Масалан, трапеция шаклидаги каналларда чуқурлиги h ва киялиги m уч вертикалда, 1-расмда кўрсатилган юзалар топилади:

$$\omega_{0-1} = \frac{mh^2}{2} + hb_1 \quad - \text{биринчи вертикал билан кир/оқ оралиғидаги юза.}$$

$$\omega_{1-2} = b_2 h \quad - \text{1-2 вертикаллар оралиғидаги юза.}$$

$$\omega_{2-3} = b_3 h \quad - \text{2-3 вертикаллар оралиғидаги юза.}$$

$\omega_{3-k} = b_4 h + \frac{mh^2}{2}$ – ўнг қир/ок билан учинчи вертикал оралиғидаги юза.

Оқим тирик кесим юзаси қуйидаги формула орқали топилади:

$$\omega = \omega_{0-1} + \omega_{1-2} + \omega_{2-3} + \omega_{3-k} \quad (12)$$

2) Оқим сарфи қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$Q = \frac{2}{3} g_1 \omega_{0-1} + \left(\frac{g_1 + g_2}{2} \right) \omega_{1-2} + \left(\frac{g_2 + g_3}{2} \right) \omega_{2-3} + \frac{2}{3} g_3 \omega_{3-k} \quad (13)$$

каерда, $g_1; g_2; g_3$ 1-, 2- ва 3-вертикаллардаги ўртача тезликлар қийматлари.

Ўртача тезлик оқим сарфи Q ни унинг тирик кесими юзасига бўлиш орқали аниқланади:

$$g_{\text{ср}} = \frac{Q}{\omega} \quad (14)$$

7. Ишнинг бажарилиши.

Ишнинг бажарилиши ҳисобот тариқасида бажарилди, унинг шакли қуйида келтирилган.

14-ТАЖРИБА МАШҒУЛОТИ КИЧИК НИШАБЛИҚДА ТЎҒРИБУРЧАКЛИ ПРИЗМАТИК КАНАЛДА ГИДРАВЛИК САКРАШ

тажриба ишидан мақсад.

1. Кичик нишабли тўғрибурчакли призматик каналда гидравлик сакраш ҳодисаси ва унинг кўриниши билан танишиш.
2. Тугалланган гидравлик сакрашдаги тажрибадан сарфни, туташ чуқурликларни ш узунликларини ва йўқотилган энергияни аниқлаш.
3. Тажрибадан олинган қийматларни теоретик ва эмперик формулалар ёрдамида топилган қийматлар билан солиштириш.

Бунинг учун шишадан ясалган новда (1-расм) кўтарма деворли дарвозалар тубидан оқиб чиқишда ёки эгри чизикли сув ўтказгичларда пастки бўёфда сув сатҳини тўғрилаб сакраш ҳосил қилинади.

Пастки бўёфда чуқурликни тўсик орқали ўзгартириб, ҳар хил кўринишдаги гидравлик сакраш кузатилади.

Оқим сарфини, туташ чуқурликларни, ғирдоб (айланма) ҳаракат узунликлари ўлчаб олинади ва улар тавсия этилган қийматлар ёрдамида туташ чуқурликлар, айланма ҳаракат узунлиги, оқим сарфи топилади ва текшириб тўғрилиги аниқланади.

2. Қискача теоретик маълумотлар ва эксплуатация (ишлатиш) кийматлари.

Тез оқимдан тинч оқимга ўтишда содир бўладиган ходисага *гидравлик сакраш* деб аталади.

Тез оқимда оқим чуқурлиги $h_1 < h_k$, тинч оқимда эса $h_2 > h_k$ бунда h_k - критик чуқурлик. Шу сабабдан гидравлик сакраш критик чуқурликдан ўтишда содир бўладиган ходиса (2-расм).

h_1 ва h_2 чуқурликлар туташ чуқурликлар ёки бир бирига боғланган чуқурликлар деб аталади, уларни фарқи $h_2 - h_1 = a$ эса сакраш баландлиги деб аталади.

Сакраш узунлиги (3-расм) деб сакрашга яқин бўлган 1-1 (тез оқимда) кесим ва 2-2 (тинч оқим) кесимлар оралиғидаги узунликка айтилади. Бунда текис ҳаракат ёки текис ҳаракатга яқин бўлган силлиқ секин ўзгарувчан ҳаракат содир бўлади. Кинетик энергия коэффициенти α бўлиб, унинг қиймати $\alpha=1-1,1$ га тенг бўлади.

Гидравлик сакраш (2, 3-расм) кўринишда одатда иккита майдон қузатилади: пастки текис ўзгарувчан вертикал текислик бўйича кенгайиб боровчи транзитлар оқимдан иборат бўлиб, унинг устки қисми гирдоб майдонидан, ҳалқасимон айланма ҳаракатга эга текис ўзгарувчан ҳаракат майдонига қўшилмаган ҳамма суюқлик зарралари алмашиб турувчи пастки майдон билан ҳаво аралашган майдондан иборат.

1. Тугалланган гидравлик сакраш $h_2 > 2h_1$ ёки $a > h_1$ да содир этилиб, пастки ва юқориги майдонлардан иборат бўлади (4, б-расм). Сакраш $h_2 < 2h_1$ ёки $a < h_1$ радио тўлкинига ўхшаш сўниб боровчи юқориги қисмга эга эмас.
2. Димланган сакраш девор ёрдамида охирида димланувчи ёки тубни кўтарилиши орқали кесимни сиқилиши зина олдида ҳосил бўлувчи сакраш устки тараққий этган майдонга эга (4, в-расм).
3. Кўмилган сакраш айланма ҳаракат майдони ривожланган, вертикал тўсикка тегиб турувчи (изит, сув ўтказгич) $h_2 < h_n$ бўлганда (4, г-расм).
4. Ҳалқасимон сакраш олдида ҳосил бўлувчи сиртки сакраш тубида ривожланган айланма ҳаракат. Платинадан оқимни тушишида ҳосил бўлувчи, кўтарма дарвоза олдида оқиб чиққанда, оқим зинадан тушганда ҳосил бўлади (4, д-расм).

Гидравлик сакрашнинг асосий тенгламаси призматик (цилиндрик) ўзанлар учун кичик нишабликда ёки горизонтал ўзан тубида қуйидагича ёзилади:

$$\frac{\alpha_0 Q^2}{g \omega_2} + y_2 \omega_2 = \frac{\alpha_0 Q^2}{g \omega_1} + y_1 \omega_1 \quad (1)$$

бунда y_1 ва y_2 – 1-1 ва 2-2 кесимлар оғирли к марказигача бўлган чуқурлик, уларнинг юзалари ω_1 ва ω_2 бўлиб, α_0 – ҳаракат микдори коэффиценти (1) тенглама гидравлик сакраш олди ва охирини бо/ловчи бўлиб, тўғрибурчакли тўртбурчак шаклидаги кесимга эга бўлганда куйидаги кўринишга келади

$$\frac{\alpha_0 q^2}{gh_1} + \frac{h_1^2}{2} = \frac{\alpha_0 q^2}{gh_2} + \frac{h_2^2}{2} \quad (2)$$

бундан

$$\frac{2\alpha_0 q^2}{g} = h_1 h_2 (h_1 + h_2) \quad (3)$$

(3) тенгламанинг ечими h_1 ёки h_2 га нисбатан тўғрибурчакли тўртбурчак шаклидаги ўзан кесимида, туташ чуқурликлар куйидаги формулалар ёрдамида топилади.

$$h_1 = 0,5 h_2 \left[\sqrt{1 + \frac{8\alpha_0 q^2}{gh_2^3}} - 1 \right] \quad (4)$$

$$h_2 = 0,5 h_1 \left[\sqrt{1 + \frac{8\alpha_0 q^2}{gh_1^3}} - 1 \right] \quad (5)$$

(3) тенгламани q га нисбатан ечилганда туташ чуқурликлар ўлчаниб, сарф куйидаги формула ёрдамида топилади, $\alpha_0 = 1.0$

$$q = \sqrt{\frac{g}{2} h_1 h_2 (h_1 + h_2)} = 3,13 \sqrt{h_1 h_2 h_{yp}} \quad (6)$$

бунда

$$h_{yp} = \frac{h_1 + h_2}{2} \quad (7)$$

Кўплаб ўтказилган тажрибалар натижалари шуни кўрсатадики, тўғрибурчакли тўртбурчак шаклидаги туби горизонтал ўзанларда гидравлик сакраш (2) тенгламаси тугалланган сакраш тажриба натижаларига то $h_2 < 2h_1$ (7)гача жуда тўғрикелади, бунда оким кесимидаги кинетиклик параметри сакраш олдида куйидагига эга бўлади.

$$P_{k_1} = \frac{\alpha_0 q_1^2}{gh_1} = \left[\frac{h_k}{h_1} \right]^3 \geq 3,0 \quad (8)$$

Ушбу тажрибалар шуни кўрсатадики, P_k тенг бирга дейилганда коэффицент мумкин экан.

$P_{k_1} < 3$ бўлганда, тўлқинсимон сакраш бўлади.

(2) тенгламани бундай ҳолда қўллаш мумкин эмас. Сакраш элементлари империк формулалар оркали бажарилади:

В.И.Пикалов формуласи

$$h_2 - h_1 = a = h_1 (\Pi_{\kappa_1} - 1) \quad (9)$$

Г.Т.Дмитрев формуласи

$$l_c = 10,6a \quad (10)$$

2. Тугалланган гидравлик сакраш оқими турини ўрганганда (2-расм) тўғри(транзит) оқим билан гирдоб (айланма) ҳаракат ўртасида интенсив (катта) алмашув ҳаракат миқдори содир этилиб, унинг охиридаги чуқурлик h га оқим тенг бўлиб, (5) формула орқали топилади.

Гирдобдан кейинги ($2' - 2'$) тирик кесимда маҳаллий ўртача тезликнинг таралиши жуда катта нотекислик тебранма тезликка ва босимга эга бўлади. Шу сабабли кинетик энергия коэффициенти нотекис ўзгарувчан ўртача тезликларда ва тебранма тезликларда бирдан катта фарқ қилиши мумкин ва уни қуйидагига (тажриба қийматларига асосан) тенг деб қабул қилиш мумкин

$$\alpha_2^1 = 3,53 \sqrt{\frac{\eta^2}{1+\eta}} - 3 \quad (11)$$

бунда

$$\eta = \frac{h_2}{h_1}$$

Кейинги изланишлар, ўлчашлар ички оқим тузилиши (тебранишни сўниши ва ўртача тезликларнинг эпюрасини текисланиши) гирдоб ҳаракатдан кейин содир этилади ва у аста-секин текис ёки силлиқ ўзгарувчан турбулент оқимга айланиб, шу ҳаракатлардаги тебраниш тезлигига ва босимга эга бўлади.

3. Шундай қилиб сакраш узунлиги l_c айланма гирдоб ҳаракат узунлигидан (l_a) ва айланма ҳаракат кейинги узунликлардан (l_{cx}) иборат бўлади. Яъни:

$$l_c = l_a + l_{cx} \quad (12)$$

Айланма ҳаракат ва узунлигини топиш учун кўплаб империк формулалар келтирилган, уларнинг ичида тажриба натижаларига яқинлари М.Л.Чертоусов формуласи

$$l_a = 10,3h_1 (\sqrt{\Pi_{\kappa_1}} - 1)^{0,81} \quad (13)$$

Тахминий формула ёрдамида сакрашдан кейинги узунликни топиш мумкин

$$l_{cx} \cong (2,5 \dots 3,0) l_a \quad (14)$$

ва сакраш узунлиги

$$l_c \cong (3,5 \dots 4,0) l_a \quad (15)$$

4. Турбулент оқимнинг бошқа оқимлар каби бирданига кенгайишида, яъни оқим шакли ва тузилишининг ўзгариши гидравлик сакрашда сакраш олдидаги энергияга нисбатан катта энергияни йўқолишига олиб келади. Бунда энг катта йўқолган энергия айланма сакраш майдонига тўғрикелади.

$$h_{\text{гук}(1-2)} = h_1 + \frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} - \left(h_2 + \frac{\alpha_2' g_2^2}{2g} \right) \quad (16)$$

бунда h_1 ва h_2 – гидравлик сакраш тенгламаси ёрдамида бир-бири билан боғланган $\alpha_1=1,0$ ва α_2' (11) формуладан топилади. Тўлиқ йўқотилган сакрашдаги (1-1 ва 2-2 кесимлар оралиғи даги) солиштирма энергия қуйидагича топилади:

$$h_{\text{гук}(1-2)} = h_1 + \frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} - \left(h_2 + \frac{\alpha_2' g_2^2}{2g} \right) \quad (17)$$

(2) ва (17) тенгламаларни биргаликда ечими ($\alpha_1=\alpha_2=\alpha_0\cong 1,0$ бўлганда) қуйидаги формулага олиб келади

$$h_{\text{гук}(1-2)} = \frac{(h_2 - h_1)^3}{4h_1 h_2} \quad (18)$$

Шу сабабдан тўлиқ оқим қувватининг йўқолиши гидравлик сакрашда қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$N_{\text{гук}(1-2)} = \rho g Q h_{\text{гук}(1-2)} \quad (19)$$

Гидравлика курсларидан яна тўлиқ маълумотларга эга бўлиш мумкин.

3. Керакли қурилмалар ва асбоблар.

1. Тўғрибурчакли шишадан ясалган нов.
2. Ўлчаш баки (идиши).
3. Секундомер.
4. Ўлчагич нина.
5. Ўлчагич линейка.
6. Шовин (Уровень).
7. Буёқ сепиш шприци.
8. Пукаклар (дарахт майдаси).
9. Новда тўсиқ ҳосил қилувчи қурилма.

4. Тажриба қурилмасини тушунтирилиши.

Гидравлик сакраш тажрибалари шишадан ясалган тўртбурчакли нов (1-расм)да схемаси кўрсатилгандек ўтказилади.

Шишали нов *A* бакдан, *B* новдан ва *B* сув қабул қилувчилардан иборат. *A* идишга (бакка) сув (1) қувур ёрдамида келтирилади, унга сув *A* баки ичида жойлашган босимли бакдан келтирилиб, кран (2) билан ўзгартирилиб сув ўтади.

A бакдаги сувнинг сиртини бир сатҳда ушлаб туриш учун сурилиб турувчи сув ўтказгич (4) деворидан фойдаланиб, ортикча сув уни устидан оқиб тушади ва ташлагич қувур (5) оркали чиқариб юборилади.

Бакнинг ўлчов бирликлари чизмада келтирилган.

Шишадан ясалган нов B , шиша тўсиқларга швеллер шаклидаги (6) бакка маҳкам қилиб туташтирилган, туташган вертикал тўсиқлар (7) уни позига шиша ўрнатилган. Тўсиқлар ички тарафидан новнинг кесимида позларга эга, шунга тўсиқ ўрнатилади ва сув ўтказгичлар остонаси маҳкамланади ва х.к. Новнинг охирида b кўтаргич механизм (9) ёрдамида сув сатхи ўзгартириб турилиши ва тўсиқни очиш ёки остонани кўтариш учун тўсиқ (8) ўрнатилган. Новнинг ўлчов бирликлари $b=7,5$ см; $l=2,0$ м.

Сув новдан йи/увчи (B) бакка қуйилади, унда тинчлагич (10) ўрнатилган ва кейин сув ўтказгич (11) ёрдамида ташлагич қувур (5)га ўрнатилиб, чиқарилиб юборилади.

Нов бак билан бирга буралиш ўқи (12)га эга ва кўтарилиш механизми (13) ёрдамида новни оқим тарафга тескари нишаблик ҳосил қилиш учун ишлатилади.

Нов бак билан бирга кўтарилувчи тўсиқ формадан иборат бўлиб, тагида кураргич винтлар (14) ёрдамида нов горизонт ҳолга келтирилиши мумкин.

Ферма тўсиқлари (15) ва унга уланган траверслар (16) ёрдамида рейка ҳаракатланади. Ўлчаш нинаси (тастер) (17) ёрдамида туб нукталар, сув сирти нукталари, остона белгилари ва х.к.лар ўлчанади.

Траверсларга линейка ўрнатилган бўлиб, бўлимларга бўлинган горизонтал масофаларни топиш учун ишлатилади.

5. Тажрибани ўтказиш тартиби ва мазмуни.

1. Сакраш тартиблари ва ходисаси билан танишиш.

Шишадан ясалган нов горизонтал ҳолатга келтирилиб, унинг туби ($i=0$) сарф Q ўтказилади, унинг қийматини сув ўлчагич, сув ўтказгич ёрдамида ўлчанади. Q ва унга тўғриқелган критик чуқурлик қуйидаги формула ёрдамида топилади.

$$h_k = 0,467 \left(\frac{Q}{b} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Новга тўсиқ ўрнатилган, уни очилишини ўзгартириб, унинг ортида ҳар хил кинетиклик параметрига эга оқим ҳосил қилиш мумкин.

Тўлқинсимон гидравлик сакраш ҳосил қилиш учун новда h_1 шит ортидаги чуқурликни шундай баландликка кўтариш керакки, бунда:

$$0,7h_k < h_1 < h_k$$

(h_k кичик бўлади 3 дан) ва (8) тўғрилаш шитини кўтара бориб новдан сув чуқурлиги $h_2 > h_k$ ҳолга келтирилади ва новда (h_2 кичик бўлиши керак $2h_1$ дан).

Тугалланган сакрашни ҳосил қилиш учун тўсиқ пастга яна кўпроқ туширилади ва кўпроқ кинетик энергияга эга оқим ҳосил қилинади. Бунда сакраш ортидаги h_2 чуқурлик кўпроқ бўлади, шитни кўтариш мурватини бураб, уни ортира бориб, тугалланган гидравлик сакраш ҳосил қилинади.

Унинг бошланишини h_2 нинг ортиши билан шитга яқинлашиб боради ва ниҳоят сиқилиш кесимини қўмиб, қўмилган гидравлик сакраш ҳосил бўлади.

Димланган гидравлик сакрашни ҳосил қилиш учун новдаги қўйилган тўсиқ туширилади, нов тубини кўтара бориб, бирор узунликда тўсиқдан сув сиртини пастки бьефда ўзгартира бориб, тўсиқ олдида димланган гидравлик сакраш содир этилади.

Сиртки сакрашни ҳосил қилиш учун тўсиқ тагига юқориги бьеф томонидан горизонтал қурилма туширилади. Юқориги ва пастки бьефлардаги сув сиртини ўзгартира бориб, сиртки гидравлик сакраш ҳосил қилинади.

Гидравлик сакраш тартибларини кузатаётганда шприц ёрдамида транзит оқимга бўёқ пуркалса яна яхшироқ сакраш майдони аниқроқ кўринишга эга бўлади.

2. Тугалланган гидравлик сакрашни тажрибада кузатиш.

Новда юқорида кўрсатилганидек тугалланган гидравлик сакраш ҳосил қилиниб, қуйидагилар бажарилади:

1. Сув сарфи Q ўлчанади.

2. Сакрашдан кейинги 1-1 ва сакрашдан кейинги 2'-2' (2-расм) кесимда ўлчагич нина ёрдамида икки маротабадан туб белгиси Z'_n ва Z''_n сув сирти ўлчанади.

3. Икки маротаба айланма (гирдоб) ҳаракат чуқурлиги ўлчанади.

4. Ўлчанган қийматлар натижалари ҳисобот жадвалига ёзилади.

6. Тажриба материалларини ишлаш тартиби ва мазмуни.

1. Ўлчанган қийматлар асосида қуйидагилар ҳисобланади.

а) Новдаги бир бирлик нов энидаги сарф $q = \frac{Q}{b}$;

б) (5) формула ёрдамида туташ h_2 чуқурлиги;

с) (13) формула ёрдамида айланма ҳаракат узунлиги;

д) (15) формула ёрдамида сакраш тўлиқ узунлиги;

е) (18) формула ёрдамида йўқотилган солиштирма энергия $h_{\text{нук}}$ ва (19) формула ёрдамида йўқотилган оқим қуввати N ;

ф) (6) формула ёрдамида бир бирлик нов энига тўғриқелган сарф q .

2. Топилган қийматлар h_2, l_n, q тажрибада ўлчаниб олинган унинг қийматлари билан солиштирилиб, улар орасидаги фарқлар фоизда аниқланади.

7. Назорат саволлари.

1. Агар $q = 1,5 \text{ м}^3/\text{с}$ ва $h_1 = 0,25 \text{ м}$ бўлса, сакраш ортидаги кинетиклик параметри топилсин;

2. Агар $q=1,5\text{ м}^3/\text{с}$ ва $h_1=0,5\text{ м}$ бўлса, сакраш узунлиги топилсин.

8. Ишни бажарилиши.

Таҷриба иши ҳисобот тарикасида бажарилади. Унинг шакли келтирилган.

Курилма схемаси ва бошқа чизмалар каламда бажарилиши мумкин.

15-ТАҶРИБА МАШҒУЛОТИ

Сув ўлчагич ва сув ўтказгич тарировкаси.

1. Ишдан мақсад ва унинг масалалари.

1. Юпка деворли сув ўтказгичлардан сувнинг оқиб тушишини кузатиш.
2. Таҷриба орқали сарф билан босим баландлиги (напор) ўртасидаги боғлиқликни топиш.
3. Сув ўтказгич сарф коэффициентини таҷрибада аниқлаш.

Иш қуйидагича бажарилади:

1. Сув ўтказгичнинг ўрнатилиши ва ҳолати билан танишиш. Сарфни тўғри ўлчаб олишда ўрнатилиши ва ҳолатини бажарилиши шартлигини тушунтириш.
2. Сув ўтказгичдан бир қанча сарф ўтказиб, уларни сув ўтказгичлар босим баландликларини аниқлаб, улар ўртасидаги боғлиқликни топиш.
3. Ўлчаш натижалари асосида сарф билан босим баландлиги эгри чизиғини (тарировка чизиғи) кузатилаётган сув ўтказгичга чизиш.
4. Таҷриба асосид. топишган сарф коэффициентини унинг қўлланмаларда келтирилган қиймати билан солиштириш.

2. Қисқача теоретик тушунтириш.

Сув ўтказгичлар – сарфни ўлчайдиган гидравлика ва гидротехника лабораторияларида кенг тарқалган сув ўлчагич ҳисобланади. Кишлоқ хўжалигида кам сарфларни ўлчаш учун ҳам фойдаланилади. Юпка деворли сув ўтказгичлар тўғрибурчакли, ён томондан сиқилувчан бўлмаган, учбурчакли, трапеция, парабола, доира шаклида ва ҳ.к. сув сарфни ўлчаш учун қўлланилади.

Сув сарфини тўғри, аниқ ўлчаш учун қуйидаги шартларни бажаришга тўғрикелади:

1. Сув ўтказгич олдидаги оқимга нисбатан сув ўтказгич девори вертикал перпендикуляр (тик) ўрнатилган бўлиши шарт.
2. Сув ўтказгич олдида оқим тўғричирикли бўлиши ва унинг туби горизонтал бўлиши шарт.

3. Сув ўтказгичдан оқиб тушаётган сув эркин бўлиши яъни, сув ўтказгич қўмилмаган бўлиши, оқим тагида ҳаво бўлиши шарт. Бу шарт бажарилиши учун пастки сув сирти паст бўлиши, оқиб тушаётган сув албатта қўмилмаган бўлиши ва оқим тубидаги майдондаги ҳаво атмосфера ҳавоси билан туташтирилган бўлиши керак. Сув ўтказгичларнинг қўмилган бўлиши улардан фойдаланишни қийинлаштиради.
4. Юкориги бьефдаги сув сатҳи белгиси сув ўтказгич ўқидан максимал босим баландлигига нисбатан $(2...3)H$ масофада ўлчаниши шарт.

Қўп ҳолларда кичик сарфларни ўлчаш учун учбурчакли сув ўтказгичлардан ўртача сарфларни ўлчаш учун тўғрибурчакли сув ўтказгичлардан (Чиполетти сув ўтказгичи) катта сарфларда трапеция шаклидаги сув ўтказгичлардан фойдаланилади.

Тўғрибурчакли сув ўтказгичлардаги (1-расм) сарф қуйидаги формула орқали топилади.

$$Q = mb\sqrt{2gH^{\frac{3}{2}}} \quad (1)$$

Эгли тажрибасига асосан, ён томондан сиқилиш бўлганда сув ўтказгич сарф коэффициентлари қуйидаги формула орқали топилади.

$$m = \left(0,40 + \frac{0,0027}{H} - 0,03 \frac{B-b}{B} \right) \left[1 + 0,55 \left(\frac{b}{B} \right)^2 \left(\frac{H}{H+P_1} \right)^2 \right] \quad (2)$$

бунда H – сув ўтказгич оstonасидаги босим баландлиги; b – сув ўтказгич киррасининг эни; B – тўғрибурчакли кириш новининг эни; P – юкориги бьефдаги сув ўтказгич деворининг баландлиги.

Ён томондан сиқилиш бўлмаганда сув ўтказгич сарф коэффициенти b_{KB} бўлганда қуйидагича топилади:

$$m = \left(0,405 + \frac{0,027}{H} \right) \left[1 + 0,55 \left(\frac{H}{H+P_1} \right)^2 \right] \quad (3)$$

2-расмда келтирилгандек, ён томондан сиқилиш бўлмаганда тўғрибурчакли сув ўтказгич схемаси келтирилган.

Умумий ҳолда сарфни ушбу сув ўтказгичдан ўлчанганда қўшимча ҳолатлар эътиборга олинади:

1) Кириш канали тўғрибурчакли кесимга эга бўлиши ва унинг узунлиги қуйидагича бўлиши керак:

$$l \geq 5H_{\max}$$

2) Сув ўтказгич кирраси горизонтал бўлиши керак: $P_1 > 0,2m$

Сув ўтказгич оралиғи да

$$0,2 < b < 2m, \quad 0,24P < 1,13 \quad \text{ва} \quad 0,05H > 1,24$$

сарфни топишда хато 1 % бўлади.

1-расмда ён томондан сиқилишга эга сув ўтказгич схемаси келтирилган.

Учбурчакли сув ўтказгичда (3-расм) сарф куйидаги формула ёрдамида топилади:

$$Q = m\sqrt{2gH^3} = MH^{\frac{5}{2}}$$

бунда

$$m = \frac{8}{15} \mu g \frac{\theta}{2}$$

бунда — θ бурчак.

Кўпгина ҳолларда бурчак $\theta = 90^\circ$ сув ўтказгичлар қабул қилинган (томчисимон сув ўтказгичи).

Бунинг учун

$$Q = 1,4Q^{\frac{5}{2}}$$

Кинг томонидан юқоридаги формула тўғриланган.

$$Q = 1,34H^{2,47}$$

Ушбу формуладан топилган сарф қийматлари 1-жадвалда келтирилган. Учбурчакли сув ўтказгичлар бошқа сув ўтказгичлардан фаркланади, чунки унда катта бўлмаган сарф ўлчанади.

Сарфни аниқ ўлчаш учун энг кам сув ўтказгич босим баландлиги $H_{к4...5}$ см бўлиши керак. Бунда сарф $Q = 0,5...0,8$ л/с бўлади. Бундан кичик босим баландлигида сув ўтказгич деворига сув ёпишади пастки бўёфда шу сабабли, сарфни ўлчаш қийинлашади ва камаяди.

Баландлик $P_1 > 0,2$ м деб қабул қилинади. Бунда сарфни ўлчаш аниқлиги 1-2 % бўлади.

Трапедия шаклидаги сув ўтказгичда (4-расм) сарф куйидаги формула ёрдамида топилади:

$$Q = \frac{2}{3} \mu \left[1 + 0,8 \operatorname{tg} \theta \frac{H}{b} \right] b H^{\frac{3}{2}} = m \sqrt{2g} b H^{\frac{3}{2}} = M H^{\frac{3}{2}} \quad (7)$$

бунда сарф коэффициенти

$$M = \frac{2}{3} \mu \left(1 + 0,8 \operatorname{tg} \theta \frac{H}{b} \right) \sqrt{2g} \quad (8)$$

Сув ўтказгич энини ва босим баландлигини ўзгариши билан ўзгаради ва шундан ён томоннинг сиқилиш ҳам ўзгаради.

Чиполетти трапедия шаклидаги сув ўтказгичларда $\operatorname{tg} \theta = \frac{1}{4}$ бўлганда ён томондан сиқилиш ҳисобга олинмаса ҳам бўлади, деб қабул қилиниб, тажриба асосида, $m = 0,42$ қабул қилинади.

бунда

$$Q = 1,86bH^{\frac{3}{2}}$$

Ушбу сув ўтказгич тури ирригация каналларида кенг тарқалган. Стандарт ўлчов бирликлари $b = 0,25; 0,50; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5$ м.

Сарфни аниқ (2%) ўлчов учун Чиполетти сув ўтказгичида қуйидаги қўшимча ҳолатларга аҳамият бериш керак:

1. Кириш тезлиги кичик бўлиши;
2. Сув ўтказгич ён томонидан, тубидан тугалланган сикилишга эга бўлиши;
3. Босим баландлиги $\frac{1}{10} > H > \frac{1}{3}$ бўлиши керак.

Ушбу шартлар асосида берилган сарфда сув ўтказгич ўлчов бирликлари танлаб олинади.

Сув ўтказгич киррасининг эни 0,2 дан 1,5 м гача бўлиши керак.

Қўлланмалардан сув ўлчагич сув ўтказгичлар ҳақида кўпроқ маълумотларга эга бўлиш мумкин.

3. Керакли қурилмалар.

1. Сув ўлчагич сув ўтказгич қурилмаси.
2. Ўлчаш игнаси.
3. Секундомер.
4. Ўлчаш баки.

4. Тажриба қурилмасини тушунтирилиши.

5. Тажрибани ўтказиш тартиби ва унинг мазмуни.

Тажриба ўтказишдан олдин берилган сув ўтказгичда уни текшириб қўриб, керакли ўрнатиш ҳолатларини бажарилади, ўлчов бирликлари топилади ва остонасининг белгиси аниқланади. Бунинг учун юқориги бўёқда сув остонагача қўтарилади ва ўлчов игнаси ёрдамида ∇_0 сув сатҳи белгиси ўлчанади.

Бундан сўнг кичикдан мумкин бўлган энг катта сарфга қадар қувурдаги мурувватни бураш натижасида сув ўлчагич сув ўтказгичдан тўрт хил сарф ўтказилади.

Ҳар бир сарфни ўтказишда ўлчаш игнаси ёрдамида ∇_1 , ∇_2 ва х.к. сув сатҳи белгиси ва унга тўғриқелган сарфлар, сув ҳажми ўлчанади, ўлчаш бакидаги ва берилган вақт T ўлчанади.

Ҳамма топилган қийматлар 1-жадвалга (ҳисобот жадвалига) ёзилади. Ҳар бир тажрибадан олинган ҳисобланган босим баландликлари ва сарф ҳар бир тажриба учун жадвалга ёзилади.

6. Тажриба натижаларини ишлаш тартиби ва унинг мазмуни.

Ҳар хил текширилаётган сув ўтказгичлар учун берилган босим баландлиги H да назарий сарф коэффициентини топилади, келтирилган фор-

мулалар ёрдамида ва кейин теоретик сарф қиймати топилади. Хар бир (топилган) тажриба учун, (2-жадвал) топилган қийматлар асосида миллиметр ко/озига назарий (теоретик) эгри $Q=f(H)$ боғлиқлик чизилади.

Тажриба қийматлари жадвал асосида $Q=f(H)$ эгри чизиги чизилади. Кузатилаётган сув ўтказгичи учун сув ўтказгич турига қараб, тарировка эгри чизиги 1, 5, 6 ва 7-формулар ёрдамида тажрибадаги қиймати топилади ва уни илгари топилган теоретик қиймати билан солиштирилади ва фоизда уларнинг фарқи аниқланади.

7. Текшириш саволлари ва масалалар.

1-масала. Сув ўтказгич чегарасининг қўлланишини сарфга қараб аниқлансин. Чиполетти сув ўтказгичининг ўлчов бирлиги $b=0,75$ м.

2-масала. Эгли формуласидан фойдаланиб, ён томон сиқилиш коэффициенти аниқлансин, формуладаги $\varepsilon m \sqrt{2gb} H^{\frac{3}{2}}$ тўғрибурчакли юпка деворли сув ўтказгичлар учун қуйидаги қийматларда $P_1=0,5$ м, $b=0,5$ м, $B=1,0$ м, $H=0,3$ м.

3-масала. Чиполетти сув ўтказгичида стандарт ўлчов бирликларидаги сув ўтказгич сарфни ўлчаш учун танлаб олинсин. Сарфлар $Q_{\min}=6$ л/с ва $Q_{\max}=30$ л/с энг яхши қўйилган масалани қаноатлантирсин ва унинг стандарт ўлчов бирлиги аниқлансин.

8. Ишни бажарилиши.

Иш ҳисобот тарикасида бажарилади. Унинг (шакли) кўриниши келтирилган. Қурилма схемаси ва бошқа чизмалар қаламда бажарилиши мумкин.

9. Қўлланмалардан олинган қийматлар.

Учбурчак шаклидаги сув ўтказгич учун сарф қиймати ушбу формула ёрдамида топилади.

$$Q=1,343H^{2,47} \text{ л/с}$$

1-жадвал.

$H, \text{м}$	$Q, \text{л/с}$	$H, \text{м}$	$Q, \text{л/с}$	$H, \text{м}$	$Q, \text{л/с}$	$H, \text{м}$	$Q, \text{л/с}$
0,03	0,23	0,09	3,50	0,20	25,29	0,50	242,7
0,04	0,57	0,10	4,55	0,25	43,82	0,55	306,0
0,05	0,81	0,12	7,14	0,30	68,67	0,60	380,1
0,06	1,29	0,14	10,45	0,35	100,4	0,65	463,2
0,07	1,88	0,16	14,54	0,40	139,9	0,70	556,5
0,08	2,62	0,18	19,43	0,45	186,9	0,75	659,7

16-ТАЖРИБА ИШИ.

КЎТАРМА ВЕРТИКАЛ ДАРВОЗАЛАРДАН ГОРИЗОНТАЛ НОВГА СУЮКЛИКНИНГ ОҚИБ ЧИҚИШИНИ КУЗАТИШ

1. Тажриба ишидан мақсад ва масалалар.

1. Суюкликларнинг горизонтал остонали кўтарма дарвозалардан оқиб чиқиши билан танишиш.
2. Қўшилмаган оқиб чиқишда вертикал сиқилиш коэффициентини ва сарф коэффициентини аниқлаш.
3. Дарвоза ортидаги қўмилган h_z сувнинг чуқурлигини топиш.
4. Тажрибадан топилган сиқилиш коэффициентини ε_n ва сарф μ ва қузатилган чуқурликларни формулалар ёрдамида топилган қийматлари билан солиштириш ва фарқини фоизда аниқлаш.

Бунинг учун қуйдагилар бажарилади:

1. Шишадан ясалган новда (1.13-расм) горизонтал тубида, дарвоза тагидан оқиб чиқишда қўмилмаган ҳолатдан сув сатҳини аста-секин пастки бьефда кўтара бориб, олдин қўмилган, кейин қўмилмаган оқиб чиқишларни кузатиш мумкин бўлади.
2. Қўмилмаган оқиб чиқишда сув чуқурлиги H ўлчаб олиниб, изит олдидаги унинг кўтарилиш баландлиги a , сиқилиш кесимидаги h_c ва сарф Q топилади. Топилган қийматларга асосан вертикал сизилиш коэффициенти ε_n ва сарф коэффициенти μ .
3. Дарвозанинг кўтарилиши ва сарфнинг қўмилганлик ҳолатида юқориги бьефдаги сувнинг чуқурлиги H , дарвоза ортидаги h_z ва пастки бьефдаги нормал чуқурлик h_n ва формуладан h_z топилади.
4. Тажриба асосида топилган ε_n ва ε'_n коэффициентларни қўлланмаларда берилган қийматлари билан таққосланади. h_z тажрибадан топилган чуқурликни формулалар ёрдамида топилган қиймати билан таққосланади ва %да фарқи аниқланади.

2. Қисқача назарий (теоретик) маълумотлар.

Кўтарма дарвозалардан сувнинг оқиб чиқишида (1-расм) a баландликка кўтарилганда оқиб чиқаётган суюклик вертикал сиқилишга эга бўлади ва “ a ” масофа узунлигида h_c чуқурлик ҳосил бўлади. $\frac{h_c}{L} = \varepsilon_n$ нисбатан вертикал сиқилиш коэффициенти деб аталади. Унинг қиймати И.Е.Жуковский кузатишларига асосан $\frac{a}{n}$ нисбатга боғлиқ бўлиб, 1-жадвалдан ёки қўлланмалардан олинади.

Агар пастки бьефда дарвозадан оқиб чиқаётган сув сатҳи сарфга таъсир этмаса, унда оқим қўмилмаган бўлади. Бу ҳолат новдаги суюклик чуқурлиги кичик бўлганда критик чуқурликдан кузатилади, яъни ($h_n < h_{cr}$)

ёки агар $h_n > h_c$ бўлганда h_c чуқурликка туташ чуқурлик, пастки бьеф h_n чуқурликдан катта бўлганда ($h_c > h_n$) бунда гидравлик сакраш пастки бьефда ҳайдалган бўлади.

Қўмилмаган дарвозалардан оқиб чиқаётган сувнинг сарфи куйидаги формула ёрдамида топилади.

$$Q = \varphi h_c b \sqrt{2g(h_0 - h_c)} = \varphi \varepsilon_n a b \sqrt{2g(H_0 - \varepsilon_n a)} = \mu a b \sqrt{2g\left(H_0 - \frac{\varepsilon_0}{h}\right)} \quad (1)$$

бунда H_0 – киритиш тезлигига тўғриланган босим баландлиги
 $H_0 = H + \frac{\alpha v_0^2}{2g}$.

φ – оқиб чиқишдаги йўқотилган энергияни ҳисобга олувчи тезлик коэффициенти; μ – сарф коэффициенти; b – кўтарма дарвоза эни.

Агар $h_n > h_c$ бўлса, сакраш қўмилган бўлиб, сиқилиш чуқурлигига яқинлашиб, уни ҳам қўмади: бунда пастки бьефдаги сув сатҳи сарфга таъсир этади ва оқиб чиқиш қўмилган ҳисобланади (2-расм) ёки димланган бўлади (3-расм).

Қўмилган оқиб чиқиш – қўмилган гидравлик сакраш шаклида бўлади ҳамда димланиш ҳолатига ўтади, бунда дарвоза остидан оқиб чиқаётган оқим ҳолатига ўтади, натижада сакраш содир бўлади.

Қўмилган гидравлик сакраш амалий йўқолади $\vartheta = 1,19$ бу ҳолатда қўмилганликдан димланиш ҳолатига ўтилади.

$$\Delta z_0 < \frac{h_k}{1,65\varphi^2} \text{ ёки } \frac{1,65\varphi^2 \Delta z_0}{h_k} < 1 \dots \quad (2)$$

бунда

$$\Delta z_0 = H_0 - h_n$$

Бундай критерия агар бир погон метрга тўғрикелган сарф q бўлса қўллашга қулай ҳисобланади.

Агар сарф маълум бўлмаса, бунда

$$\Delta z_0 < \frac{\sqrt{L} \mu a}{1,5\varphi^3} \text{ ёки } \frac{1,5\varphi^2 \Delta z_0}{\sqrt{L} h_c} < 1 \quad (3)$$

Қўмилган оқиб чиқишда сарф куйидаги формула ёрдамида топилади

$$Q = \mu a b \sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (4)$$

бунда

$$h_z = \sqrt{h_n^2 - \mu \left(H_0 - \frac{\mu}{4} \right) + \frac{\mu}{2}} \quad (5)$$

бунда

$$\mu = 4\mu^2 a^2 \frac{h_n - h_c}{h_n h_c} \quad (6)$$

Кўмилган окиб чиқишда сарф қуйидаги формула ёрдамида топилади

$$Q = \mu ab \sqrt{2g(H_0 - h_n)}$$

Гидравликага оид қўлланмалардан кенгроқ маълумот олишингиз мумкин.

3. Керакли қурилмалар.

1. Кўтарма дарвозалардан окиб чиқиш тажриба қурилмаси.
2. Ўлчаш игналари.
3. Секундомер.

4. Тажриба қурилмасининг тушунтирилиши.

Кўтарма дарвозалардан окиб чиқишнинг тушунтирилиши шишали новда бажарилади, худди 14-тажриба ишида келтирилганидек, новда кўтарма дарвозалар ўрнатилиб, унинг тагидан окиб чиқиш ўрганилади.

5. Тажриба ўтказилиши тартиби ва унинг мазмуни.

1. Кўтарма дарвозалардан окиб чиқишни ўрганиш.

Новдан сарф ўтказилиб, унга кўтарма дарвоза (шит) ўрнатилади, натижада кўмилмаган окиб чиқиш ҳосил қилади. Дарвоза остидан окиб чиқаётган суюқлик ҳаракати кузатилади ва ҳисобот дафтарчасига гидравлик кўриниши ёзилади.

Нов охиридаги шитни кўтара бориб, пастки бьефдаги сув сатҳи кўмилган окиб чиқиш ҳосил қилинади. Олдин кўмилган кейин сув сатҳини кўтара бориб, димланган окиб чиқиш ҳосил қилинади. Кузатилган гидравлик ҳолатларни ҳаракатини ҳисобот чуқурлиги чизилади.

2. Вертикал ε_h сиқилиш коэффициентини ва μ сарф коэффициентини аниқлаш. Дарвоза остидаги окиб чиқиш озод (кўмилмаган) бўлганда:

1. Сув ўлчagич ёрдамида сарфни топамиз. Бунинг учун сув ўтказгич кирраси белгиси ∇_0 ва сатҳ белгиси ва 1-жадвалга ҳисобот жадвалига ёзилади.
2. Ўлчagич ички ёрдамида нов туби белгиси ўлчанади, дарвоза устки ва Δ_1 , дарвоза олдидаги сув сатҳи ва белги дарвоза остидаги кесимларда, сиқилиш кесимларда, сиқилиш кесимига тўғрикелишга ҳаракат қилинади. Кесимгача бўлган масофа аниқланади. Унинг нол қиймати дарвозадан бошланади. Ҳамма ўлчашлар икки мартадан бажарилиб, ҳисобот жадвалига ёзилади.

Шу жадвалдан дарвозанинг кўтарилиш баландлиги «а» топилади.

$$a = \nabla_1 - \nabla_0 - H_g$$

бунда H_g – баландлиги пастки киррадан то ∇_0 ўлчанган белгигача дарвоза.

Кўмилган окиб чиқишдаги h_2 чуқурлигини топинг.

Берилган сарфда дарвозадан оқиб чиқишда сув сиртини кўтара бориб, кўмилган оқим ҳосил қилиш ва:

1. Янгидан сарф ўлчанади, илгари кўрсатилганидек, 2-жадвалга 2-тажриба натижалари ёзилади.
2. Нов туби V_r , дарвоза баландлиги белгиси V_g , дарвоза олдидаги сув сатҳи V_n , дарвоза ортидаги сув сатҳи V_o олдинги кесимларда ва дарвоза ортидаги сув нормал сатҳи игна ёрдамида ўлчанганда олинган қийматлар 2-жадвал ёзилади.

1. Тажрибадан олинган қийматлар бажарилиш тартиби ва унинг мазмуни.

1. Ҳисобот дафтарчасига ўлчанган қийматлар асосида кўмилган ва кўмилмаган (озод) дарвозадан оқиб чиқиш ҳаракати гидравлик кўринишлари чизилади.
2. Кузатишлар асосида кўмилмаган оқиб чиқишда вертикал сиқилиш ва сарф коэффициентлари 1 ва 2-жадваллардан топилади.
Шулардан фойдаланиб, формулалар ёрдамида 3-жадвалдан қуйидагилар топилади: дарвоза олдидаги чуқурлик H , босим баландлиги H_0 , сиқилиш кесимидаги чуқурлик h_c . Сарф q қийматлари 1-жадвалдан олинади, дарвоза кўтарилиш баландлиги "а" 2-жадвалдан олинади. Топилган қийматлар асосида тажрибадан олинган сиқилиш коэффициенти ε_n ва унинг фарқи ε'_n қўлланмалардан олиш қиймати билан солиштирилади. Худди шундай сарф коэффициенти ҳам бажарилади.
3. h_z чуқурлигини топилади. Кўмилган оқиб чиқишда сарф 1 ва 2-жадвалдан олинади. 4-жадвалда кўрсатилганидек, дарвоза олдидаги чуқурлик H босим баландлиги H_0 , нормал чуқурлик h_n тажрибада кузатилган (5) ва (6) формулалар ёрдамида ҳисобланиб, уни кузатилган қийматлар билан солиштириб, улар орасидаги фарқ фоиз ҳисобида аниқланади. Кузатишлардан фойдаланиб, (4) формуладан сарф топилади ва уни кузатилган қиймати билан солиштирилади. Улар оралиғидаги фарқ фоизда аниқланади.

1. Текширув саволлар ва масалалар.

Куйидаги берилган қийматларда оқиб чиқиш ҳолати ва сарф топилинсин: $H=2,0$ м, $\alpha=0,5$ м, $\varphi=0,97$ h_δ нинг ҳар хил қийматларида
1) $h_\delta = 1,85$ м; 2) $h_\delta = 1,35$ м; 3) $h_\delta = 0,9$ м. Кириш тезлиги $\mathcal{Q}_0 = 1,0$ м/с.

2. Ишнинг бажарилиши.

Иш ҳисобот жадвали тарикасида бажарилади, унинг шакли келтирилган.

9. Қўлланмалардан олинган қийматлар.

Вертикал сиқилиш коэффиценти қийматлари.

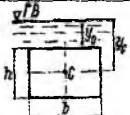
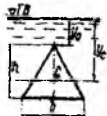
$\frac{a}{H}$	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55
ε_h	0,615	0,618	0,620	0,622	0,625	0,628	0,630	0,638	0,645	0,650
$\frac{a}{H}$	0,60	0,65	0,70	0,75						
ε_h	0,660	0,675	0,690	0,705						

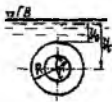
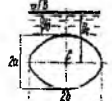
ИЛОВА

Грек алфавити

α - альфа	θ - тэта	ρ - ро	Γ - гамма
β - бэта	$\aleph$ - каппа	σ - сигма	Δ - дельта
γ - гамма	λ - ламбда	τ - тау	Θ - тэта
δ - дельта	μ - мю (ми)	ϕ - фи	Λ - ламбда
ε - эпсилон	ν - ню (ни)	χ - хи	Σ - сигма
ζ - дзета	ξ - кси	ψ - пси	Φ - фи
η - эта	π - пи	ω - омега	Ψ - пси
			Ω - омега

I_C Инерция моменти (шаклининг C оғирлик марказидан ўтувчи горизонтал ўққа нисбатан), бунда, y_C - оғирлик марказ координатаси, ω текис шакллар юзаси.

Шакллар кўриниши, белгиланишлар	I_C	y_C	ω
	$\frac{bh^3}{12}$	$y_0 + \frac{h}{2}$	bh
	$\frac{bh^3}{36}$	$y_0 + \frac{2}{3}h$	$\frac{bh}{2}$
	$\frac{h^3(a^2 + 4ab + b^2)}{36(a+b)}$	$y_0 + \frac{h(a+2b)}{3(a+b)}$	$\frac{h(a+b)}{2}$
	$\frac{\pi d^4}{64}$	$y_0 + \frac{d}{2}$	$\frac{\pi d^2}{4}$

	$\frac{9\pi^2 - 64}{72\pi}$	$y_0 + \frac{4r}{3\pi}$	$\frac{\pi^2}{2}$
	$\frac{\pi(R^2 - r^4)}{4}$	$y_0 + R$	$\pi(R^2 - r^2)$
	$\frac{\pi a^3 b}{4}$	$y_0 + a$	πab

I жадвал

Сувнинг кинематик ёпишқоқлик коэффиценти ν , $\text{см}^2/\text{сек}$, хароратга боғлиқ холда

t^0	ν	t^0	ν	t^0	ν
1	0,017321	11	0,012740	22	0,009892
2	0,016740	12	0,012396	24	0,009186
3	0,016193	13	0,012067	26	0,008774
4	0,015676	14	0,011756	28	0,008394
5	0,015188	15	0,011463	30	0,008032
6	0,014726	16	0,011177	35	0,007251
7	0,014289	17	0,010888	40	0,006587
8	0,013873	18	0,010617	45	0,006029
9	0,013479	19	0,010356	50	0,005558
10	0,013101	20	0,010105	55	0,005147
				60	0,004779

II жадвал

гадир-будирлик коэффиценти (n) нинг қиймати

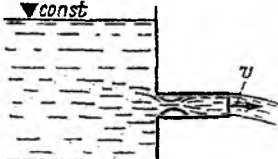
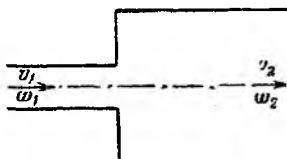
Даража	Деворлар тури	n	$1/n$
I	Ўта силлиқ сиртлар; эмаль билан копланган сиртлар	0,009	111
II	Яхши ўрнатилган, ўта ўткир тахта. Тоza цементдан яхши сувок	0,010	100
III	Яхши цементли сувок (1/3 кумдан). Яхши ётқизилган ёки уланган янги сопол, чуян ва темир қувурлар. Қиррали тахта	0,011	90,9
IV	Яхши ўрнатилган қиррасиз тахта. Уртача шароитдаги сув ўтказгич қувур жуда яхши бетонланган; Сезиларсиз инкрустацияланган, жуда тоza сув оқувчи қувурлар, жуда яхши бетонланган	0,012	83,3
V	Яхши гиштли, яхши шароитдаги юпка тахтали териш.	0,013	76,9

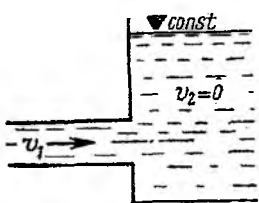
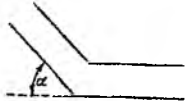
Даража	Деворлар тури	n	1/n
	Урта шароитдаги тарнов қувурлар, бир неча ифлосланган сув ўтказгич қувурлар		
VI	Ифлосланган қувурлар (сув ўтказгич ва тарновли) ўрта шароитда бетонланган қувурлар	0,014	71,4
VII	Уртача ғиштли териш, ўрта шароитдаги юпка тошдан қоплаш. Сезиларли ифлосланган тарновлар. Ёғоч рейкалар бўйича брезент	0,015	66,7
VIII	Яхши тош девор, эски (ҳароб) ғишт териш; нисбатан қўпол бетонланган. Жуда силлик жуда яхши ишлов берилган қоятош	0,017	58,8
IX	Қалин мустаҳкам гил қават билан қопланган каналлар, зич соғ тупроқли каналлар ва зич майда шағалли, гил билан қопланган.	0,018	55,6
X	Уртача (қоникарли) тош девор. Тош ётқизилган йўл. Қояда жуда тоза ювилган каналлар. Гил қопланган зич ердаги, зич шағалли, тошли каналлар (ўртача холда)	0,020	50,0
XI	Зич лойли каналлар. Бир текис бўлмаган (узлукли) гил қопланган ерда, шағал, тошли каналлар. Ўртадан юқори шароитда таъмирли ва сақланган, қатта тупрок каналлар	0,0225	44,4
XII	Яхши қуруқ териш. Яхшидан қамрок ўртача шароитда сақланган ва ремонтли қатта тупрок каналлар. Жуда яхши шароитдаги дарёлар (чуқур ювилишларсиз ва ўйилишсиз, эркин оқими тоза тўғри ўзан)	0,025	40,0
XIII	Таъмир ва сақлаш шароити ўрта меъёрдан паст – қатта; ўрта шароитда – кичик тупрок каналлар	0,0275	36,4
XIV	Нисбатан ёмон шароитдаги тупрок каналлар; сезиларли ўтлар ўсган; маҳаллий ўйилган чуқурчалар	0,030	33,3
XV	Жуда ёмон шароитдаги каналлар. Нисбатан яхши шароитдаги дарёлар, лекин баъзи микдорда тош ва сув ўтлари билан	0,035	28,6
XVI	Сезиларли ёмон шароитдаги каналлар (ўзан бўйлаб ўпирилган ва ювилган; қамишлар ўсган қуюқ илдизлар; йирик тошлар ва х.) бора-бора дарё оқими шароити ёмонлашди (бошқа пунктларга нисбатан)	0,040 ва қўп	25 ва қам

k силликлик параметри кийматлари

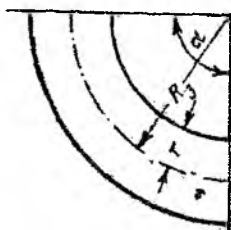
Дара- жалар	Ўзан сирти характеристикаси	k
I	Цемент сувоқ; ўта силликланган, бирлашган жойлари текисланган бетон	4,70
II	Янги қувурлар – пулат ва чўян	4,50 - 4,75
III	Тоза сопол сув ўтказувчилар	4,40
IV	Бетон қувурлар, ўртачалардан йиғилган	4,10
V	Ўртача ҳолатдаги қувурлар, чўян ва пулат; бетон қуйиш қолипи ёмон қуйилганлигидан нотекислик ва чуқурчаларсиз	4,00-4,08
VI	Яхши уланган ғиштли териш; майдаланган тошли қоплама	3,75
VII	Бетон қуйиш учун қолип ёмон қуйилганлигидан унинг излари тушган ғадир-будир бетон	3,50
VIII	Қўпол чокли ғишт териш; нисбатан қўпол бетонлаш.	3,30
IX	Ямашсиз нотекислик ва алоҳида чуқурчали бетонлаш, торкрет - ишкалаб текисланган бетон қоплама	3,15
X	Торкрет – текислашсиз бетон қоплама.	2,95
XI	Лой ва тошли тупрокли каналлар, машинада бажарилган, кейинчалик қўлда тозаланган.	2,80-2,70
XII	Қумок тупрокли каналлар, машинада бажарилган, кейинчалик қўлда тозаланган	2,7-2,6
XIII	Таъмир ва сақланиши яхши шароитда машина усулида бажарилган тупрок каналлар; қоришмали тош йўл	2,50
XIV	Канал ва туннеллар, тўла қояда кесиб ясалган	2,40
XV	Таъмир ва сақланиши ўрта шароитдаги тупрок каналлар; аралашмасиз тош йўли	2,30-2,20
XVI	Ғабийон териш	2,10
XVII	Таъмир ва сақланиш шароити ўртадан паст тупрок каналлар	2,00
XVIII	Нисбатан ёмон шароитдаги тупрок каналлар; тош ётқизилган	1,90
XIX	Текис силликланишсиз, қояли тупроқлардаги тунел ва каналлар	1,70

Махаллий қаршилиқлар

Қаршилиқлар схемаси Қувурга кириш $h_{\text{мкс}} = \zeta_{\text{кпр}} \frac{v^2}{2g}$ 	Йўқолишлар коэффициенти Ўткир кыррали бўлганда $\zeta_{\text{кпр}} = 0,50$ эркин кириш ва айланали киришда $\zeta_{\text{кпр}} = 0,20$ ўта эркин киришда $\zeta_{\text{кпр}} = 0,05$										
Кескин кенгайиш $h_{\text{к.к}} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = \zeta_{\text{к.к}} \frac{v_1^2}{2g}$ 	$\zeta_{\text{к.к}} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2$										
Коник диффузор $h_d = \zeta_d \frac{v_1^2}{2g}$ 	$\zeta_d = k_d \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2$ бунда k_d – кескин кенгайишдаги диффузорда йўқолишдан йўқолишлар қисмини ифодаловчи, ўлчамсиз коэффициент <table><tr><td>7,5</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>30</td></tr><tr><td>0.14</td><td>0,16</td><td>0.27</td><td>0.43</td><td>0,81</td></tr></table>	7,5	10	15	20	30	0.14	0,16	0.27	0.43	0,81
7,5	10	15	20	30							
0.14	0,16	0.27	0.43	0,81							
Қувурдан чиқиш: қатта ўлчамдаги идишга, дарё $h_{\text{мкс}} = \zeta_{\text{чп}} \frac{v_1^2}{2g}$	$\zeta_{\text{чпк}} = 1,0$										

Қаршиликлар схемаси	Йўқолишлар коэффициенти																													
																														
Кескин торайиш $h_{к.т.} = \zeta_{к.т.} \frac{v_1^2}{2g}$ 	$\zeta_{к.т.} = f\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)$ <table><tr><th>ω_2 / ω_1</th><td>0,01</td><td>0,10</td><td>0,20</td><td>0,40</td><td>0,60</td><td>0,80</td></tr><tr><th>$\zeta_{к.т.}$</th><td>0,50</td><td>0,45</td><td>0,40</td><td>0,30</td><td>0,20</td><td>0,10</td></tr></table>	ω_2 / ω_1	0,01	0,10	0,20	0,40	0,60	0,80	$\zeta_{к.т.}$	0,50	0,45	0,40	0,30	0,20	0,10															
ω_2 / ω_1	0,01	0,10	0,20	0,40	0,60	0,80																								
$\zeta_{к.т.}$	0,50	0,45	0,40	0,30	0,20	0,10																								
Коник конфузор $h_{кон} = \zeta_{кон} \frac{v_1^2}{2g}$ 	<table><tr><th rowspan="2">d_1 / d_2</th><th colspan="5">Бурчак</th></tr><tr><th>θ</th><th>10</th><th>20</th><th>30</th><th>40</th></tr><tr><td>$d_1 / d_2 = 1,2$ учун</td><td>$\zeta_{кон}$</td><td>0,04</td><td>0,05</td><td>0,07</td><td>0,08</td></tr><tr><td>$d_1 / d_2 = 2$ учун</td><td>$\zeta_{кон}$</td><td>0,07</td><td>0,09</td><td>0,12</td><td>0,14</td></tr><tr><td>$d_1 / d_2 = 3$ учун</td><td>$\zeta_{кон}$</td><td>0,08</td><td>0,10</td><td>0,14</td><td>0,17</td></tr></table>	d_1 / d_2	Бурчак					θ	10	20	30	40	$d_1 / d_2 = 1,2$ учун	$\zeta_{кон}$	0,04	0,05	0,07	0,08	$d_1 / d_2 = 2$ учун	$\zeta_{кон}$	0,07	0,09	0,12	0,14	$d_1 / d_2 = 3$ учун	$\zeta_{кон}$	0,08	0,10	0,14	0,17
d_1 / d_2	Бурчак																													
	θ	10	20	30	40																									
$d_1 / d_2 = 1,2$ учун	$\zeta_{кон}$	0,04	0,05	0,07	0,08																									
$d_1 / d_2 = 2$ учун	$\zeta_{кон}$	0,07	0,09	0,12	0,14																									
$d_1 / d_2 = 3$ учун	$\zeta_{кон}$	0,08	0,10	0,14	0,17																									
Кувур бурилиши (тирсак) а) айланасиз тирсак $h_{к.т.} = \zeta_{к.т.} \frac{v^2}{2g}$ 	<table><tr><th>α° бурчак</th><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>60</td><td>70</td><td>80</td><td>90</td></tr><tr><th>$\zeta_{к.т.}$</th><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,55</td><td>0,7</td><td>0,9</td><td>1,10</td></tr></table> $d < 50 \text{ мм}$ ли кувурлар билан тажриба асосида олинган $\zeta_{к.т.}$ киймати. Диаметр ошганда $\zeta_{к.т.}$ киймат камаяди	α° бурчак	30	40	50	60	70	80	90	$\zeta_{к.т.}$	0,2	0,3	0,4	0,55	0,7	0,9	1,10													
α° бурчак	30	40	50	60	70	80	90																							
$\zeta_{к.т.}$	0,2	0,3	0,4	0,55	0,7	0,9	1,10																							
б) айлана тирсак $h_{к.т.} = \zeta_{к.т.} \frac{v^2}{2g}$	$\alpha = 90^\circ$ булганда <table><tr><th>$r / R_{к.т.}$</th><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td></tr><tr><th>$\zeta_{к.т.}$</th><td>0,131</td><td>0,138</td><td>0,158</td><td>0,206</td><td>0,294</td></tr><tr><th>$r / R_{к.т.}$</th><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,9</td><td>1,0</td></tr><tr><th>$\zeta_{к.т.}$</th><td>0,440</td><td>0,661</td><td>0,997</td><td>1,408</td><td>1,978</td></tr></table>	$r / R_{к.т.}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	$\zeta_{к.т.}$	0,131	0,138	0,158	0,206	0,294	$r / R_{к.т.}$	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	$\zeta_{к.т.}$	0,440	0,661	0,997	1,408	1,978					
$r / R_{к.т.}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5																									
$\zeta_{к.т.}$	0,131	0,138	0,158	0,206	0,294																									
$r / R_{к.т.}$	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0																									
$\zeta_{к.т.}$	0,440	0,661	0,997	1,408	1,978																									

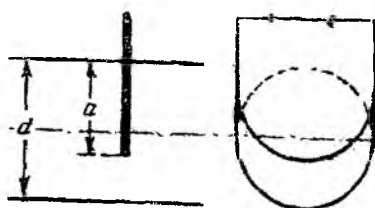
Қаршилиқлар схемаси



Йўқолишлар коэффициенти

$\alpha \neq 90$ бурчак бўлганда $\zeta_{\text{айл}}$ қийматини
 $\alpha/90$ нисбатга кўпайтириш керак

Кран



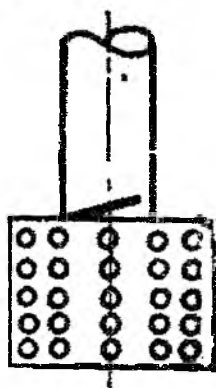
a/d	Тўла очилган	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{4}{8}$
$\zeta_{\text{айл}}$	0,12	0,26	0,81	0,26
a/d	$\frac{5}{8}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{7}{8}$	
$\zeta_{\text{айл}}$	5,25	17,0	978	

Кран



α^0	5	10	20	30
ζ_{sp}	0,05	0,29	1,56	5,47
α^0	40	50	60	
ζ_{sp}	17,3	52,6	206	

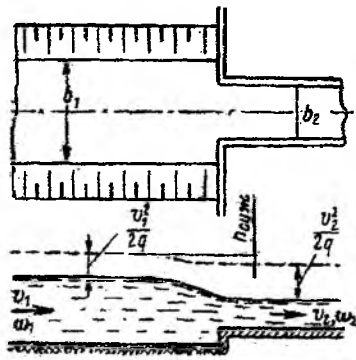
Сеткали қайтма клапан



$$\zeta_{\text{сет}} = 10$$

Қайтма клапан бўлмаган холда

$$\zeta_{\text{сет}} = 5 \div 6$$

Қаршиликлар схемаси	Йўқолишлар коэффициенти						
Утиш участкаси бўлмаганда каналнинг кескин торайиши 	ω_2 / ω_1						
	$\zeta_{суж}$						
$h_{суж} = \zeta_{суж} \frac{v_2^2}{2g}$	ω_2 – қаршиликдан кейин каналнинг тирик кесим юзаси; $\omega_1 - \omega_2$ – қаршиликкача каналнинг тирик кесим юзаси;						

Квадрат қаршилик соҳаси учун K сарф характеристикалари қиймати

$d, \text{мм}$	$\omega, \text{дм}^2 \cdot 10$	1 м қувур оғирлиги		Уртача ҳолатдаги қувурлар			Қувурлар янги пулат ва чуян		
		кГ	Н (ньютон)	К, л/сек	К ² /1000	1000/К ²	К, л/сек	К ² /1000	1000/К ²
50	1,963	12	118	8,313	0,0691	14,472	10,10	0,1020	9,804
75	4,418	17	167	24,77	0,6136	1,6297	29,70	0,8821	1,1337
100	7,854	23	226	53,61	2,874	0,34795	63,73	4,061	0,24624
125	12,272	30	294	97,39	9,485	0,10543	115,1	13,248	0,07548
150	17,671	38	373	158,4	25,091	0,03985	186,3	34,708	0,02881
200	31,416	55	539	340,8	116,15	0,00861	398	158,40	0,00631
250	49,087	75	735	616,4	379,9	0,00263	716,3	513,09	0,00195
300	70,686	97	951	999,3	998,6	0,00100	1157	1339	0,747·10 ⁻³
350	96,212	116	1140	1503	2259	0,443·10 ⁻³	1735	3007	0,333·10 ⁻³
400	125,664	142	1392	2140	4580	0,218·10 ⁻³	2463	6066	0,165·10 ⁻³
450	159,043	171	1680	2920	8526	0,117·10 ⁻³	3354	11249	0,889·10 ⁻⁴
500	196,3350	202	1980	3857	14876	0,672·10 ⁻⁴	4424	19563	0,511·10 ⁻⁴
600	282,743	273	2680	6239	38925	0,257·10 ⁻⁴	7131	50851	0,197·10 ⁻⁴
700	384,845	354	3470	9362	87647	0,114·10 ⁻⁴	10674	113934	0,878·10 ⁻⁵
800	502,655	399	3920	13301	176917	0,565·10 ⁻⁵	15132	228977	0,437·10 ⁻⁵
900	636,173	446	4370	18129	328661	0,304·10 ⁻⁵	20587	423825	0,236·10 ⁻⁵
1000	785,398	548	5370	23911	571736	0,175·10 ⁻⁵	27111	735006	0,136·10 ⁻⁵
1100	950,334	661	6480	30709	943043	0,106·10 ⁻⁵	34769	1208888	0,827·10 ⁻⁶
1200	1130,976	918	9000	38601	490037	0,671·10 ⁻⁶	43650	1905323	0,525·10 ⁻⁶

VI жадавал

Ўтувчи қаршилик соҳасидаги қувурлар ҳисоби учун θ_1 ва θ_2 тузатиш коэффициентлари қиймати

Қувурлар	Коэффициент	Тезлик v , м/сек														
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0
Ўртача	θ_1	0,84	0,88	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	θ_2	1,35	1,29	1,19	1,14	1,11	1,08	1,06	1,03	1,01	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Янги пулат ва чўян	θ_1	0,86	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99
	θ_2	1,35	1,26	1,22	1,18	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02

VII жадавал

Қувурлардаги квадрат қаршилик соҳаси чегарасига тўғри келадиган тезликлар қатталиклари

Қувурлар	Қувурлар диаметри							
	50	100	200	300	400	500	600	1000
	Квадрат соҳа бўладиган тезлик v , м/сек							
Ўртача янги пулат ва чўян	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3
	2,8	3,2	3,5	3,7	3,8	3,9	4,0	4,4

Сув ўтказгич кувурларда тавсия этилган солиштирма сарфлар ва тезликлар

Кўрсаткичлар	Диаметр d , мм								
	50	75	100	125	150	200	250	300	350
Тавсия этилган солиштирма тезлик, м/сек	0,75	0,75	0,76	0,82	0,85	0,95	1,02	1,05	1,10
Тавсия этилган чегаравий сарф, л/сек	1,5	3,3	6	10	15	30	50	74	106

VIII жадвал давоми

Кўрсаткичлар	Диаметр d , мм								
	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100
Тавсия этилган солиштирма тезлик м/сек	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,53	1,55
Тавсия этилган чегаравий сарф, л/сек	145	190	245	365	520	705	920	1200	1475

IX, а-жадвал

Киялик баландлиги $H \leq 10$ м бўлганда m киялик коэффициенти кийматлари

Коплама тури ва тупрок категорияси	Киялик коэффициенти m
Майда донали кумли тупроклар	3,0 - 3,5
Саёз тупроклар ёки кумлок тупроклар	2,0 - 2,5
Зич кумок ва енгил кумлок	1,5 - 2,0
Шағал ва кум-шағалли тупроклар	1,5
Оғир кумоклар, зич соз тупроклар ва оддий гил	1,0 - 1,5
Оғир зич гил	1,0
Емирилиш даражасига боғлиқ ҳар хил қояли тоғ жинслари	0,5 - 0,10

Изоҳ:

- Асфальтбетон ва бетон копламаларда сув усти киялиги йирикрок қабул қилинади $\geq 1,25$
 йирик кум сепилмаси ва тош ташламлидан копламаларда $\geq 1,50$
 пластик материаллардан (гилли ва кумок) копламаларда $\geq 2,5$
- Киялик баландлиги ≥ 5 м бўлганда киялик турғунлиги махсус ҳисоб бўйича теширилади техник лойиҳада – уч синф каналлар учун, лойиҳали топшириқда эса фақат бириинчи синф каналлар учун

Каналларнинг кундаланг кесими ва ташқи томонларидаги ён деворларнинг "m" киялик коэффициенти кийматлари
ҚМҚ 2.06.03-97, 92-бет, 12-илова

1-жадвал

Канал жойлашган ернинг грунт таркиби	Ўзан жойлашган грунтга боғлиқ каналлар ён деворларининг "m" киялик коэффициенти	
	Сув остидаги	Сув устидаги
Қояли	0,00-0,50	0,00-0,25
Ярим қояли	0,50-1,00	0,50
Шағал-тошли, шағалли кумлар билан	1,25-1,50	1,00
Гил, оғир ва ўртача кум	1,00-1,50	0,50-1,00
Кум, енгил тупроқ, кумли тупроқ	1,25-2,00	1,00-1,50
Майда кум	1,50-2,50	1,00-2,00
Ўта енгил кум	3,00-3,50	2,50

2-жадвал

Канал жойлашган ернинг грунт таркиби	Каналларнинг ташқи томонларидаги ён деворларнинг "m" киялик коэффициенти
Гил, оғир ва ўртача кум	0,75-1,00
Кум, енгил тупроқ	1,00-1,25
Кумли тупроқ	1,00-1,50
Ўта енгил кум	1,25-2,00

Жадваллар учун 1 ва 2-эслатма:

- Киялик коэффициентининг кичик киймати сув сарфи $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$ дан кам бўлмаган каналлар учун, киялик коэффициентининг катта киймати эса, сув сарфи $10,0 \text{ м}^3/\text{с}$ дан кўп бўлмаган каналлар учун.
- Қурилиш ишлаб чиқариш ишларининг замонавий усуллари қўлланилганда эҳтиёж даражасида, каналларнинг ички ва ташқи кияликларининг сон кийматларини жадвалда кўрсатилганга нисбатан ошириш мумкин.

Ўзан турли ғадир-будирилги бўлгандаги турли гидравлик радиуслар учун

 $F(R)$ ва $C\sqrt{R}$ қийматлари

m	0	0,5	0,75	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0	2,5	3,0
m_0	2,000	1,736	7,000	7,312	7,808	2,106	2,282	2,472	2,885	3,325
$4m_0$	8,000	6,944	7,000	7,312	7,808	8,424	9,128	9,888	11,540	13,100
$\frac{1}{2\sqrt{m_0}}$	0,353	0,380	0,378	0,370	0,358	0,345	0,331	0,318	0,294	0,275
$\sigma_v = m_0/m$	∞	3,472	2,333	1,828	1,562	1,404	1,304	1,234	0,101	1,108
$(4m_0)^{-1}$	0,125	0,144	0,143	0,137	0,128	0,119	0,110	0,101	0,087	0,076

Трапеция учун $F(R_{\text{экв}}) = (4m_0)^{-1} \frac{Q}{\sqrt{i}}$; парабола учун $F(R_{\text{экв}}) = 0,1524 \frac{Q}{\sqrt{i}}$;сегмент учун $F(R_{\text{экв}}) = 0,159 \frac{Q}{\sqrt{i}}$

$R, \text{м}$	$n = 0,012$		$n = 0,014$		$n = 0,017$		$n = 0,020$	
	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$
0,05	0,034	3,48	0,027	10,82	0,020	8,000	0,015	6,020
0,06	0,054	15,10	0,044	12,19	0,033	9,10	0,025	6,94
0,07	0,081	16,63	0,066	13,48	0,050	10,15	0,039	7,81
0,08	0,116	18,07	0,094	14,70	0,071	11,14	0,055	8,64
0,09	0,157	19,44	0,128	15,78	0,098	12,08	0,076	9,44
0,10	0,207	20,74	0,170	16,98	0,130	12,99	0,102	10,20
0,11	0,266	22,00	0,218	18,05	0,168	13,87	0,132	10,94
0,12	0,333	23,21	0,275	19,09	0,210	14,72	0,168	11,66
0,13	0,411	24,38	0,339	20,09	0,262	15,54	0,209	12,36
0,14	0,500	25,51	0,411	21,06	0,319	16,34	0,255	13,04
0,15	0,598	26,61	0,495	22,01	0,385	17,12	0,309	13,71
0,16	0,709	27,69	0,588	22,93	0,459	17,88	0,368	14,35
0,17	0,830	28,73	0,690	23,83	0,538	18,63	0,433	14,99
0,18	0,960	29,75	0,800	24,70	0,625	19,35	0,502	15,61
0,19	1,11	30,75	0,926	25,57	0,725	20,07	0,585	16,23
0,20	0,27	31,72	1,06	26,40	0,826	20,76	0,673	16,82
0,21	0,44	32,68	0,20	27,23	0,943	21,45	0,769	17,41
0,22	0,63	33,61	0,35	28,03	1,07	22,12	0,871	17,99
0,23	1,83	34,54	0,52	28,83	0,20	22,78	0,982	18,56
0,24	2,04	35,44	0,70	29,61	0,35	23,43	1,10	19,12
0,25	2,27	36,33	1,90	30,38	0,50	24,07	0,23	19,67
0,26	2,51	37,20	2,11	31,14	0,67	24,70	0,36	20,21
0,27	2,77	38,06	0,32	31,88	1,85	25,32	0,51	20,74
0,28	3,05	38,90	0,56	32,61	2,03	25,94	0,67	21,28
0,29	3,34	39,74	2,80	33,33	0,23	26,54	1,83	21,80
0,30	3,65	40,56	3,06	34,05	2,44	27,14	2,01	22,30
0,31	3,98	41,37	0,34	34,75	0,67	27,72	0,19	22,81

R, m	$n = 0,012$		$n = 0,014$		$n = 0,017$		$n = 0,020$	
	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$
0,32	4,32	42,17	3,64	35,44	2,90	28,31	2,39	23,32
0,33	4,67	42,97	3,94	36,14	3,14	28,89	2,59	23,82
0,34	5,06	43,75	4,26	36,81	3,40	29,46	2,80	24,31
0,35	5,45	44,52	4,59	37,49	3,68	30,02	3,04	24,80
0,36	5,87	45,28	4,95	39,15	3,97	30,58	3,27	25,28
0,37	6,29	46,04	5,32	38,80	4,25	31,13	3,52	25,76
0,38	6,76	46,78	5,70	39,45	4,54	31,68	3,79	26,24
0,39	7,23	47,52	6,10	40,09	4,90	32,21	4,06	26,70
0,40	7,72	48,25	6,52	40,73	5,24	32,75	4,35	27,17
0,41	8,23	48,97	6,95	41,36	5,59	33,28	4,64	27,63
0,42	8,76	49,68	7,40	41,97	5,95	33,80	4,93	28,08
0,43	9,32	50,38	7,86	42,59	6,33	34,31	5,26	28,53
0,44	9,90	51,08	8,36	43,20	6,74	34,83	5,61	28,97
0,45	10,5	51,78	8,87	43,80	7,16	35,34	5,96	29,42
0,46	11,1	52,47	9,40	44,41	7,58	35,85	6,32	29,87
0,47	11,7	53,15	9,94	45,00	8,03	36,35	6,71	30,30
0,48	12,4	53,82	10,5	45,58	8,49	36,84	7,09	30,73
0,49	13,1	54,49	11,1	46,17	8,96	37,34	7,46	31,16
0,50	13,8	55,14	11,7	46,74	9,46	37,82	7,90	31,58
0,52	15,3	56,45	12,9	47,88	10,5	38,78	8,77	32,42
0,54	16,8	57,74	14,3	49,00	11,6	39,73	9,71	33,24
0,56	18,5	59,01	15,7	50,11	12,8	40,67	10,7	34,06
0,58	20,3	60,26	17,2	51,20	14,0	41,59	11,7	34,87
0,60	22,1	61,49	18,8	52,28	15,3	42,51	12,8	35,67
0,62	24,1	62,70	20,5	53,33	16,7	43,41	14,0	36,46
0,64	26,2	63,91	22,3	54,39	18,1	44,30	15,2	37,24
0,66	28,3	65,10	24,1	55,44	19,7	45,19	16,6	38,02
0,68	30,7	66,27	26,1	56,46	21,3	46,06	17,9	38,78
0,70	33,0	67,41	28,2	57,46	23,0	46,91	19,3	39,53
0,72	35,2	68,55	30,3	58,46	24,7	47,75	20,9	40,27
0,74	38,2	69,68	32,6	59,45	26,6	48,60	22,5	41,00
0,76	40,9	70,80	34,8	60,43	28,6	49,43	24,1	41,74
0,78	43,7	71,90	37,3	61,39	30,6	50,25	25,8	42,46
0,80	46,7	72,99	39,9	62,35	32,7	51,17	27,7	43,17
0,82	49,7	74,07	42,6	63,30	34,8	51,88	29,5	43,89
0,84	52,9	75,13	45,2	64,23	37,2	52,67	31,4	44,58
0,86	56,5	76,28	48,2	65,16	39,6	53,46	33,4	45,27
0,88	59,9	77,23	51,2	66,08	42,0	54,24	35,5	45,96
0,90	63,4	78,27	54,3	66,99	44,6	55,02	37,7	46,65
0,92	67,1	79,31	57,5	67,90	47,2	55,80	40,0	47,34
0,94	71,0	80,32	60,8	68,79	50,0	56,56	42,4	48,00
0,96	74,9	81,32	64,2	69,67	52,9	57,31	44,8	48,67
0,98	79,1	82,32	67,6	70,55	55,8	58,06	47,7	49,33
1,00	83,3	83,32	71,4	71,43	58,8	58,81	50,0	50,00
1,02	87,7	84,31	75,2	72,30	62,0	59,56	52,7	50,65
1,04	92,2	85,28	79,4	73,15	65,3	60,28	55,6	51,29

R, M	$n = 0,012$		$n = 0,014$		$n = 0,017$		$n = 0,020$	
	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$
1,06	97,1	86,24	83,3	74,00	68,6	61,01	58,5	51,92
1,08	102	87,20	87,3	74,884	71,9	61,73	61,4	52,56
1,10	107	88,15	91,7	75,68	75,6	62,45	64,5	53,19
1,12	112	89,10	96,1	76,51	79,2	63,16	67,6	53,82
1,14	117	90,04	100	77,34	83,0	63,87	70,9	54,45
1,16	122	90,98	105	78,17	87,0	64,58	74,1	55,08
1,18	128	91,89	110	78,89	90,9	65,27	77,5	55,68
1,20	134	92,81	115	79,78	95,0	65,96	81,1	56,29
1,22	140	93,72	120	80,58	99,2	66,64	84,8	56,90
1,24	146	94,62	125	81,38	103	67,33	88,5	57,50
1,26	152	95,52	130	82,17	108	68,00	92,3	58,10
1,28	158	96,41	136	82,96	113	68,68	96,1	58,70
1,30	164	97,30	142	83,74	118	69,36	100	59,30
1,32	171	9819	147	84,53	122	70,03	104	59,90
1,34	178	99,06	153	85,30	127	70,69	109	60,48
1,36	185	99,94	159	86,07	132	71,36	113	61,06
1,38	192	100,79	165	86,82	137	72,00	117	61,63
1,40	200	101,64	172	87,58	142	72,65	122	62,21
1,42	207	102,49	178	88,32	148	73,29	127	62,78
1,44	214	103,34	185	89,07	153	73,93	131	63,35
1,46	222	104,18	192	89,81	159	74,57	136	63,91
1,48	230	105,02	198	90,55	165	75,21	141	64,47
1,50	238	105,86	205	91,30	171	75,85	146	65,04
1,55	259	107,92	224	93,12	186	77,41	159	66,43
1,60	281	109,96	243	94,92	202	78,97	173	67,80
1,65	305	111,96	263	96,69	219	80,49	188	69,15
1,70	330	113,95	284	98,45	237	82,00	204	70,49
1,75	355	115,92	307	100,19	256	83,50	220	71,82
1,80	382	117,85	330	101,89	275	84,97	237	73,13
1,85	410	119,76	355	103,59	296	86,43	254	74,43
1,90	439	121,66	380	105,27	317	87,88	273	75,72
1,95	469	123,52	406	106,92	340	89,30	292	76,98
2,00	501	125,37	434	108,56	363	90,72	313	78,24
2,05	535	127,21	463	110,19	387	92,12	334	79,49
2,10	569	129,01	493	111,78	412	93,50	356	80,71
2,15	605	130,80	524	113,36	438	94,86	379	81,92
2,20	641	132,57	556	114,94	466	96,22	402	83,13
2,25	680	134,34	590	116,50	494	97,58	427	84,34
2,30	720	136,09	625	118,06	523	98,92	452	85,54
2,35	761	137,80	662	119,68	554	100,24	479	86,71
2,40	804	139,51	699	121,09	585	101,54	507	87,87
2,45	847	141,21	736	122,59	617	102,85	535	89,03
2,50	893	142,89	776	124,09	651	104,14	565	90,19
2,55	940	144,57	817	125,58	685	105,43	595	91,34
2,60	988	146,21	859	127,03	721	106,69	625	92,46
2,65	1038	147,84	902	128,48	758	107,94	658	93,58

R, m	$n = 0,012$		$n = 0,014$		$n = 0,017$		$n = 0,020$	
	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$
2,70	1089	149,46	647	129,92	796	109,19	690	94,69
2,75	1142	151,07	993	131,35	835	110,43	725	95,80
2,80	1196	152,67	1041	132,78	875	111,67	760	96,90
2,85	1253	154,27	1090	134,20	917	112,90	796	98,00
2,90	1312	155,86	1140	135,61	960	114,13	833	99,10
2,95	1370	157,41	1192	136,99	1004	115,32	870	100,16
3,00	1431	158,95	1245	138,36	1049	116,51	909	101,22
3,10	1557	162,02	1356	141,08	1142	118,87	993	103,33
3,20	1690	165,05	1472	143,78	1241	121,21	1080	105,43
3,30	1830	168,03	1595	146,43	1345	123,51	1170	107,48
3,40	1977	170,98	1723	149,06	1454	125,80	1266	109,52
3,50	2130	173,91	1858	151,67	1569	128,06	1366	111,55
3,60	2291	176,78	1999	154,22	1688	130,28	1471	113,54
3,70	2459	179,63	2146	156,76	1814	132,49	1581	115,51
3,80	2635	182,45	2300	159,28	1945	134,68	1696	117,48
3,90	2818	185,22	2457	161,74	2079	136,83	1815	119,40
4,00	3006	187,97	2632	164,19	2222	138,96	1942	121,31
4,20	3411	193,38	2985	169,01	2525	143,15	2208	125,07
4,40	3846	198,67	3367	173,73	2849	147,27	2494	128,76
4,60	4310	203,90	3759	178,40	3195	151,34	2793	132,41
4,80	4808	209,03	4219	182,93	3584	155,29	3135	135,96
5,00	5350	214,00	4686	187,42	3980	159,21	3487	139,47
5,25	6068	220,14	5317	192,90	4520	163,99	3963	143,77
5,50	6841	226,15	5998	198,72	5108	168,68	4476	147,98
5,75	7673	232,09	6731	203,58	5730	173,32	5031	152,16
6,00	8563	237,86	7514	208,73	6402	177,83	5624	156,21
6,50	10527	249,15	9246	218,84	7887	186,67	69336	164,17
7,00	12473	260,06	11200	228,60	9566	195,22	8422	171,87

Трапеция учун $F(R_{\dots,k}) = (4m_0)^{-1} \frac{Q}{\sqrt{j}}$; парабола учун $F(R_{\dots,k}) = 0,1524 \frac{Q}{\sqrt{j}}$; сегмент учун

$$F(R_{\dots,k}) = 0,159 \frac{Q}{\sqrt{j}}$$

$n = 0,0225$		$n = 0,025$		$n = 0,0275$		$n = 0,030$		$R, \text{м}$
$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	
0,012	4,78	0,009	3,790	0,007	2,980	0,006	2,300	0,05
0,020	5,58	0,016	4,49	0,013	3,60	0,010	2,86	0,06
0,031	6,34	0,025	5,17	0,021	4,21	0,017	3,40	0,07
0,045	7,07	0,037	5,81	0,031	4,790	0,025	3,93	0,08
0,063	7,77	0,052	6,44	0,043	5,35	0,036	4,44	0,09
0,084	8,45	0,070	7,04	0,059	5,89	0,049	4,94	0,10
0,110	9,10	0,093	7,63	0,077	6,42	0,066	5,42	0,11
0,140	9,74	0,118	8,20	0,100	6,94	0,085	5,89	0,12
0,175	10,36	0,148	8,76	0,126	7,45	0,107	6,36	0,13
0,215	10,97	0,183	9,30	0,156	7,94	0,133	6,81	0,14
0,260	11,56	0,221	9,83	0,190	8,43	0,163	7,25	0,15
0,311	12,13	0,265	10,36	0,228	8,90	0,197	7,69	0,16
0,368	12,71	0,314	10,87	0,271	9,37	0,235	8,12	0,17
0,430	13,26	0,368	11,37	0,318	9,83	0,277	8,55	0,18
0,499	13,81	0,429	11,87	0,371	10,29	0,324	8,97	0,19
0,575	14,34	0,494	12,35	0,429	10,73	0,375	9,37	0,20
0,658	14,87	0,566	12,83	0,493	11,17	0,431	9,78	0,21
0,746	15,38	0,644	13,30	0,561	11,59	0,493	10,17	0,22
0,841	15,90	0,728	13,77	0,637	12,02	0,559	10,57	0,23
0,945	16,40	0,820	14,22	0,717	12,44	0,631	10,96	0,24
1,06	16,90	0,917	14,67	0,804	12,86	0,709	11,34	0,25
0,18	17,38	1,02	15,12	0,897	13,26	0,792	11,72	0,26
0,30	17,86	0,13	15,55	1,00	13,66	0,881	12,09	0,27
0,44	18,34	0,25	15,99	0,10	14,06	0,977	12,46	0,28
0,58	18,81	0,38	16,41	0,22	14,46	1,08	12,83	0,29
1,74	19,28	1,52	16,84	1,34	14,85	1,20	13,19	0,30
1,89	19,72	0,66	17,25	0,46	15,22	0,30	13,54	0,31
2,07	20,18	1,81	17,66	1,60	15,61	1,42	13,89	0,32
2,25	20,63	1,97	18,08	1,74	15,99	1,55	14,25	0,33
2,43	21,08	2,14	18,48	1,89	16,37	1,69	14,60	0,34
2,64	21,52	2,31	18,89	2,05	16,74	1,83	14,95	0,35
2,84	21,96	2,50	19,29	2,22	17,11	1,98	15,29	0,36
3,07	22,39	2,69	19,68	2,39	17,47	2,14	15,63	0,37
3,28	22,82	2,87	20,08	2,58	17,84	2,31	15,97	0,38
3,53	23,24	3,11	20,46	2,77	18,19	2,48	16,30	0,39
3,79	23,66	3,32	20,85	2,96	18,55	2,66	16,63	0,40
4,05	24,08	3,57	21,23	3,17	18,90	2,85	16,96	0,41
4,31	24,49	3,79	21,60	3,40	19,25	3,05	17,28	0,42
4,61	24,89	4,06	21,97	3,62	19,59	3,26	17,60	0,43
4,90	25,29	4,33	22,34	3,86	19,93	3,47	17,92	0,44

$n = 0,0225$		$n = 0,025$		$n = 0,0275$		$n = 0,030$		R, m
$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	
5,20	25,70	4,60	22,72	4,11	20,28	3,70	18,25	0,45
5,52	26,10	4,89	23,09	4,36	20,62	3,93	18,57	0,46
5,85	26,50	5,18	23,45	4,63	20,96	4,17	18,88	0,47
6,21	26,89	5,52	23,80	4,90	21,29	4,42	19,19	0,48
6,54	27,28	5,81	24,16	5,19	21,62	4,67	19,50	0,49
6,54	27,28	5,81	24,16	5,19	21,62	4,67	19,50	0,49
6,92	27,65	6,13	24,51	5,49	21,94	4,95	19,80	0,50
7,69	28,42	6,80	25,21	6,10	22,59	5,52	20,41	0,52
8,47	29,17	7,55	25,90	6,78	23,23	6,13	21,00	0,54
9,35	29,92	8,34	26,59	7,48	23,87	6,76	21,60	0,56
10,3	30,65	9,17	27,26	8,24	24,49	7,46	22,19	0,58
11,3	31,38	10,1	27,93	9,04	25,12	8,20	22,77	0,60
12,3	32,09	11,0	28,59	9,90	25,73	9,00	23,34	0,62
13,4	32,80	12,0	29,25	10,8	26,34	9,80	23,91	0,64
14,6	33,51	13,0	29,90	11,7	26,95	10,7	24,49	0,66
15,8	34,21	14,1	30,54	12,7	27,54	11,6	25,05	0,68
17,1	34,88	15,3	31,16	13,8	28,12	12,5	25,59	0,70
18,4	35,56	16,5	31,78	14,9	28,70	13,5	26,13	0,72
19,8	36,23	17,8	32,41	16,0	29,28	14,6	26,68	0,74
21,3	36,90	19,1	33,03	17,2	29,86	15,7	27,22	0,76
22,8	37,56	20,4	33,63	18,5	30,42	16,9	27,75	0,78
24,4	38,21	21,9	34,23	19,8	30,98	18,1	28,28	0,80
26,1	38,86	23,4	34,84	21,2	31,55	19,4	28,80	0,82
27,9	39,50	2,0	35,42	22,6	32,09	20,7	29,31	0,84
29,7	40,13	26,6	36,00	24,1	32,64	22,1	29,83	0,86
31,6	40,76	28,3	36,58	25,6	33,18	23,4	30,34	0,88
33,5	41,39	30,1	37,17	27,3	33,72	24,9	30,85	0,90
35,6	42,02	31,9	37,75	29,0	34,26	26,5	31,36	0,92
37,7	42,62	33,9	38,31	30,8	34,79	28,2	31,85	0,94
39,8	43,23	35,8	38,87	32,6	35,31	29,9	32,35	0,96
42,0	43,84	37,9	39,43	34,4	35,84	31,6	32,84	0,98
44,4	44,44	40,0	40,00	36,4	36,36	33,3	33,33	1,00
46,9	45,05	42,2	40,55	38,3	36,88	35,1	33,82	1,02
49,4	45,63	44,4	41,09	40,5	37,39	37,0	34,32	1,04
51,9	46,21	46,7	41,63	42,6	37,89	39,0	34,77	1,06
54,6	46,79	49,2	42,17	44,8	38,40	41,1	35,25	1,08
57,5	47,37	51,8	42,71	47,1	38,90	43,3	35,72	1,10
60,2	47,92	54,3	43,24	49,5	39,40	45,4	36,19	1,12
62,9	48,53	56,6	43,78	51,8	39,90	47,6	36,67	1,14
66,1	49,11	59,5	44,32	54,3	40,40	50,0	37,14	1,16
69,2	49,67	62,4	44,83	56,8	40,89	52,4	37,59	1,18
72,3	50,22	65,3	45,34	59,6	41,37	54,8	38,05	1,20
75,6	50,77	68,2	45,85	62,3	41,85	57,3	38,50	1,22
78,9	51,32	71,4	46,37	65,1	42,33	59,9	38,95	1,24
82,6	51,87	74,6	46,88	68,0	42,80	62,5	39,40	1,26
86,2	52,43	77,5	47,39	70,9	43,28	65,4	39,86	1,28

$n = 0,0225$		$n = 0,025$		$n = 0,0275$		$n = 0,030$		$R, \text{м}$
$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	
89,5	52,98	80,9	47,90	74,0	43,76	68,1	40,31	1,30
93,2	53,52	84,3	48,81	76,9	44,24	70,9	40,76	1,32
97,1	54,06	87,7	48,91	80,3	44,70	74,1	41,2	1,34
101	54,60	91,4	49,41	83,5	45,17	76,9	41,64	1,36
105	55,12	95,0	49,89	86,9	45,62	80,0	42,07	1,38
109	55,64	98,7	50,38	90,3	46,08	83,3	42,50	1,40
113	56,16	102	50,86	93,8	41,53	86,6	42,93	1,42
118	56,69	106	51,35	97,5	46,99	90,1	43,36	1,44
122	57,21	110	51,83	101	47,44	93,6	43,79	1,46
126	57,73	114	52,31	105	47,89	96,9	44,22	1,48
131	58,25	119	52,80	109	48,35	100	44,64	1,50
143	59,52	130	53,98	119	49,46	110	45,69	1,55
156	60,79	141	55,16	129	50,57	120	46,73	1,60
169	62,03	153	56,31	140	51,65	130	47,75	1,65
183	63,26	166	57,46	152	52,72	141	48,77	1,70
198	64,49	179	58,60	165	53,80	152	49,79	1,75
213	65,69	194	59,72	178	54,85	164	50,78	1,80
229	66,88	208	60,83	191	55,89	177	51,77	1,85
245	68,07	223	61,94	205	56,94	190	52,76	1,90
263	69,24	240	63,02	220	57,95	204	53,72	1,95
282	70,39	257	64,10	236	58,97	219	54,68	2,00
300	71,55	274	65,18	252	59,98	234	55,64	2,05
320	72,67	291	66,23	269	60,96	249	56,57	2,10
341	73,79	310	67,27	286	61,94	266	57,50	2,15
363	74,91	330	68,31	305	62,92	283	58,43	2,20
385	76,02	351	69,35	323	63,90	300	59,35	2,25
408	77,13	372	70,38	343	64,87	319	60,28	2,300
433	78,21	394	71,39	364	65,82	338	61,17	2,35
457	79,28	417	72,39	385	66,76	357	62,07	2,400
483	80,35	440	73,39	406	67,70	377	62,96	2,450
510	81,42	465	74,39	429	68,64	398	63,85	2,50
536	82,48	490	75,38	452	69,58	420	64,74	2,55
565	83,52	515	76,35	476	70,49	443	65,60	2,60
595	84,55	543	77,31	500	71,39	467	66,46	2,65
625	85,57	571	78,27	526	72,30	491	67,32	2,70
654	86,60	599	79,22	553	73,20	516	68,17	2,75
685	87,62	628	80,18	581	74,10	541	69,03	2,80
719	88,64	658	81,13	609	75,00	568	69,88	2,85
754	89,65	690	82,08	638	75,88	595	70,73	2,90
789	90,64	722	83,00	668	76,76	623	71,55	2,95
825	91,62	755	83,91	699	77,62	651	72,37	3,00
899	93,57	824	85,74	762	79,34	711	74,00	3,10
978	95,51	897	87,55	830	81,05	775	75,63	3,20
1061	97,41	973	89,33	901	82,73	841	77,22	3,30
1148	99,30	1053	91,10	976	84,40	911	78,81	3,40
1239	101,18	1138	92,86	1054	86,06	985	80,39	3,50

$n = 0,0225$		$n = 0,025$		$n = 0,0275$		$n = 0,030$		R, M
$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	$F(R)$	$C\sqrt{R}$	
1335	103,02	1226	94,58	1136	87,68	1062	81,94	3,60
1435	104,85	1318	96,29	1223	89,30	1143	83,47	3,70
1540	106,67	1415	98,00	1313	90,98	1228	85,01	3,80
1650	108,45	1515	99,66	1406	92,49	1316	86,51	3,90
1764	110,22	1621	101,32	1508	94,06	1408	88,00	4,00
2004	113,70	1845	104,59	1715	97,14	1605	90,93	4,20
2268	117,12	2088	107,79	1938	100,17	1814	93,82	4,40
2538	120,51	2336	110,96	2183	103,18	2037	96,69	4,60
2849	123,87	2625	114,06	2445	106,10	2294	99,46	4,80
3177	127,07	2928	117,13	2725	109,00	2556	102,23	5,00
3612	131,06	3331	120,87	3102	112,55	2911	105,60	5,25
4083	134,98	3768	124,55	3510	116,03	32995	108,92	5,50
4501	138,86	4239	128,20	3951	119,49	3710	112,22	5,75
5135	142,63	4742	131,73	4422	122,84	4155	115,41	6,00
6339	150,03	5680	138,69	5468	129,43	5142	121,71	6,50
7703	157,20	7126	145,43	6655	135,82	6262	127,80	7,00

Трапедия шаклидаги киркимли ўзан хисоби учун

σ	$\nu/\nu_{\text{э.к}}$	$R/R_{\text{э.к}}$	$h/R_{\text{э.к}}$	$b/R_{\text{э.к}}$								$m = 2,0$	$m = 2,5$	$m = 3$
				$m = 0$	$m = 0,5$	$m = 0,75$	$m = 1$	$m = 1,25$	$m = 1,50$	$m = 1,75$	$m = 2,0$			
0,010	0,4450	0,301	0,304	60,88	52,67	53,02	55,32	59,02	63,63	68,91	74,61	87,03	100,3	
0,020	0,5266	0,387	0,394	39,44	34,04	34,21	36,65	38,00	40,94	44,31	47,97	55,91	64,94	
0,030	0,5799	0,446	0,460	30,64	26,38	26,46	27,54	29,33	31,57	34,15	36,94	43,04	49,55	
0,40	0,6202	0,493	0,512	25,62	21,98	22,03	22,90	24,36	26,21	28,34	30,64	35,67	41,05	
0,050	0,6526	0,531	0,558	22,30	19,08	18,10	19,83	21,07	22,65	24,46	26,45	30,78	35,40	
0,060	0,6798	0,505	0,599	19,96	17,03	17,02	17,65	18,74	20,12	21,63	23,48	26,30	31,39	
0,070	0,7032	0,594	0,636	18,16	15,45	15,41	15,96	16,93	18,17	19,61	21,18	24,64	28,28	
0,080	0,7237	0,619	0,699	16,72	14,17	14,12	14,61	15,48	16,60	17,90	19,32	22,44	25,78	
0,090	0,7419	0,643	0,701	15,58	13,17	12,63	13,53	14,32	15,35	16,54	17,85	20,71	23,71	
0,100	0,7583	0,664	0,730	14,60	12,32	12,23	12,62	13,34	14,29	15,39	16,60	19,25	22,10	
0,102	0,7613	0,668	0,736	14,44	12,17	122,08	12,46	13,17	14,11	15,19	16,38	19,00	21,81	
0,104	0,7643	0,672	0,741	14,28	12,02	11,93	12,31	13,01	13,93	14,99	16,17	18,75	21,52	
0,106	0,7673	0,675	0,747	14,10	11,88	11,79	12,15	12,84	13,74	14,80	15,95	18,49	21,22	
0,108	0,7702	0,679	0,752	13,94	11,73	11,64	12,00	12,68	13,56	14,60	15,74	18,24	20,93	
0,110	0,7730	0,683	0,758	13,78	11,58	11,49	11,84	12,51	13,38	14,40	15,52	17,99	20,64	
0,112	0,7758	0,687	0,763	13,64	11,45	11,36	11,71	12,36	13,22	14,23	15,33	17,77	20,46	
0,114	0,7786	0,690	0,769	13,46	11,32	11,22	11,56	12,20	13,05	14,04	15,13	17,53	20,11	
0,116	0,7813	0,694	0,774	13,36	11,20	11,10	11,43	12,07	12,90	13,88	14,96	17,33	19,88	
0,118	0,7839	0,697	0,780	13,20	11,08	10,97	11,29	11,92	12,74	13,71	14,77	17,10	19,62	
0,120	0,7865	0,701	0,785	13,08	10,96	10,86	11,17	11,79	12,60	13,56	14,43	16,71	19,16	
0,122	0,7891	0,704	0,790	12,96	10,85	10,74	11,05	11,65	12,45	13,39	14,43	16,71	19,16	
0,124	0,7916	0,707	0,795	12,82	10,73	10,62	10,92	11,52	12,31	13,23	14,25	16,50	18,93	
0,126	0,7940	0,711	0,800	12,70	10,63	10,52	10,81	11,40	12,18	13,10	14,11	16,33	18,73	
0,128	0,7965	0,714	0,805	12,58	10,51	10,41	10,70	11,28	12,04	12,95	13,94	16,14	18,50	
0,130	0,7988	0,717	0,810	12,46	10,41	10,30	10,58	11,15	11,91	12,80	13,78	15,95	18,29	
0,132	0,8012	0,720	0,815	12,36	10,31	10,19	10,47	11,03	11,78	12,66	13,64	15,78	18,09	
0,134	0,8035	0,723	0,820	12,24	10,21	10,09	10,37	10,92	11,66	12,53	13,49	15,60	17,89	

σ	$u/u_{\Sigma,K}$	$R/R_{\Sigma,K}$	$h/R_{\Sigma,K}$	$b/R_{\Sigma,K}$									
				$m=0$	$m=0,5$	$m=0,75$	$m=1$	$m=1,25$	$m=1,50$	$m=1,75$	$m=2,0$	$m=2,5$	$m=3$
0,136	0,8058	0,726	0,825	12,14	10,12	9,99	10,26	10,81	11,54	12,40	13,34	15,44	17,69
0,138	0,8080	0,729	0,830	12,02	10,02	9,90	10,16	10,70	11,42	12,27	13,20	15,27	17,50
0,140	0,8102	0,732	0,835	11,92	9,93	9,81	10,06	10,59	11,30	12,14	13,07	15,11	17,32
0,142	0,8124	0,735	0,839	11,82	9,84	9,71	9,96	10,49	11,19	12,02	12,94	14,96	17,14
0,144	0,8145	0,738	0,844	11,72	9,75	9,36	9,88	10,39	11,08	11,91	12,81	14,81	16,97
0,146	0,8166	0,741	0,849	11,62	9,67	9,54	9,78	10,29	10,98	11,79	12,68	14,66	16,79
0,148	0,8187	0,743	0,853	11,54	9,59	9,45	9,69	10,19	10,87	11,67	12,55	14,51	16,62
0,150	0,8207	0,746	0,858	11,44	9,50	9,37	9,60	10,09	10,76	11,55	12,42	14,36	16,44
0,152	0,8227	0,749	0,863	11,34	9,42	9,29	9,51	10,00	10,66	11,45	12,30	14,22	16,29
0,154	0,8247	0,752	0,867	11,26	9,34	9,21	9,43	9,91	10,56	11,34	12,19	14,09	16,13
0,156	0,8266	0,754	0,872	11,18	9,26	9,13	9,35	9,82	10,47	11,23	12,08	13,95	15,98
0,158	0,8286	0,757	0,876	11,10	9,19	9,05	9,27	9,73	10,37	11,13	11,96	13,82	15,82
0,160	0,8305	0,759	0,881	11,02	9,12	8,97	9,18	9,64	10,27	11,02	11,85	13,68	15,66
0,162	0,8323	0,762	0,885	10,94	9,05	8,90	9,11	9,56	10,18	10,92	11,74	13,56	15,52
0,164	0,8342	0,764	0,890	10,86	8,98	8,83	9,03	9,48	10,10	10,83	11,64	13,43	15,38
0,166	0,8360	0,767	0,894	10,78	8,91	8,76	8,96	9,40	10,01	10,73	11,53	13,31	15,23
0,168	0,8378	0,769	0,899	10,70	8,84	8,69	8,88	9,32	9,92	10,64	11,43	13,19	15,09
0,170	0,8395	0,772	0,903	10,62	8,77	8,62	8,81	9,24	9,83	10,54	11,32	13,06	14,95
0,172	0,8413	0,744	0,907	10,54	8,70	8,55	8,74	9,16	9,75	10,45	11,23	12,95	14,82
0,174	0,8430	0,776	0,911	10,48	8,64	8,49	8,67	9,09	9,67	10,36	11,13	12,84	14,69
0,176	0,8447	0,779	0,916	10,40	8,58	8,42	8,60	9,02	9,59	10,28	11,04	12,73	14,56
0,178	0,8463	0,781	0,920	10,34	8,52	8,36	8,53	8,94	9,51	10,19	10,94	12,62	14,43
0,180	0,8480	0,783	0,924	10,28	8,45	8,29	8,46	8,87	9,43	10,10	10,84	12,50	14,30
0,182	0,8496	0,786	0,928	10,20	8,39	8,23	8,40	8,80	9,36	10,02	10,76	12,40	14,18
0,184	0,8512	0,788	0,933	10,14	8,33	8,17	8,33	8,73	9,28	9,94	10,67	12,30	14,06
0,186	0,8528	0,790	0,937	10,08	8,28	8,11	8,27	8,66	9,20	9,86	10,58	12,19	13,94
0,188	0,8528	0,792	0,941	10,00	8,22	8,05	8,21	8,59	9,13	9,78	10,49	12,09	13,82
0,190	0,8559	0,794	0,945	9,94	8,16	8,00	8,15	8,53	9,06	9,70	10,40	11,90	13,70
0,192	0,8574	0,796	0,949	9,88	8,11	7,94	8,09	8,47	8,99	9,62	10,32	11,89	13,59

σ	ν/ν_{max}	R/R_{max}	h/R_{max}	b/R_{max}									
				$m=0$	$m=0,5$	$m=0,75$	$m=1$	$m=1,25$	$m=1,50$	$m=1,75$	$m=2,0$	$m=2,5$	$m=3$
0,194	0,8589	0,798	0,953	9,82	8,06	7,89	8,03	8,40	8,92	9,55	10,24	11,80	13,48
0,196	0,8604	0,800	0,957	9,76	8,00	7,83	7,98	8,34	8,86	9,47	10,16	11,70	13,37
0,198	0,8619	0,802	0,961	9,70	7,95	7,78	7,92	8,27	8,79	9,40	10,08	11,61	13,26
0,200	0,8633	0,804	0,965	9,66	7,90	7,72	7,86	8,21	8,72	9,32	10,00	11,51	13,15
0,202	0,8648	0,806	0,969	9,60	7,85	7,67	7,81	8,15	8,66	9,25	9,92	11,42	13,05
0,204	0,8662	0,808	0,973	9,54	7,80	7,62	7,75	8,09	8,59	9,18	9,85	11,33	12,95
0,206	0,8676	0,810	0,977	9,48	7,75	7,57	7,70	8,04	8,53	9,12	9,77	11,25	12,84
0,208	0,8690	0,812	0,981	9,44	7,70	7,52	7,64	7,98	8,46	9,05	9,70	11,16	12,74
0,210	0,8703	0,814	0,985	9,38	7,65	7,47	7,59	7,92	8,40	8,98	9,62	11,07	12,64
0,212	0,8717	0,816	0,989	9,32	7,60	7,42	7,54	7,87	8,34	8,92	9,55	10,99	12,54
0,214	0,8730	0,818	0,993	9,28	7,56	7,37	7,49	7,81	8,28	8,85	9,48	10,91	12,45
0,216	0,8743	0,820	0,996	9,22	7,51	7,33	7,44	7,76	8,23	8,79	9,42	10,82	12,35
0,218	0,8756	0,821	1,000	9,18	7,47	7,28	7,39	7,70	8,17	8,72	9,35	10,74	12,26
0,220	0,8769	0,823	1,004	9,12	7,42	7,23	7,34	7,65	8,11	8,66	9,28	10,66	12,16
0,222	0,8782	0,825	1,008	9,08	7,38	7,19	7,29	7,60	8,05	8,60	9,21	10,58	10,07
0,224	0,8794	0,827	1,012	9,04	7,34	7,15	7,25	7,55	8,00	8,54	9,15	10,51	11,98
0,226	0,8806	0,828	1,016	8,98	7,29	7,10	7,20	7,50	7,94	8,48	9,08	10,43	11,90
0,228	0,8819	0,830	1,019	8,94	7,25	7,06	7,16	7,45	7,89	8,42	9,02	10,36	11,81
0,230	0,8831	0,832	1,023	8,90	7,21	7,02	7,11	7,40	7,83	8,36	8,95	10,28	11,72
0,232	0,8843	0,833	1,027	8,86	7,17	6,98	7,07	7,35	7,78	8,30	8,89	10,21	11,64
0,234	0,8854	0,835	1,030	8,80	7,13	6,94	7,02	7,31	7,73	8,25	8,83	10,14	11,55
0,236	0,8866	0,837	1,034	8,76	7,09	6,89	6,98	7,26	7,68	8,19	8,76	10,06	11,47
0,238	0,8878	0,838	1,038	8,72	7,05	6,85	6,93	7,22	7,63	8,14	8,70	9,99	11,38
0,240	0,8889	0,840	1,041	8,68	7,01	6,81	6,89	7,17	7,58	8,08	8,64	9,92	11,30
0,242	0,8900	0,841	1,045	8,64	6,97	6,77	6,85	7,13	7,53	8,03	8,58	9,85	11,22
0,244	0,8912	0,843	1,049	8,60	6,94	6,73	6,81	7,08	7,48	7,98	8,53	9,78	11,14
0,246	0,8923	0,845	1,052	8,56	6,90	6,70	6,77	7,04	7,44	7,92	8,47	9,72	11,07
0,248	0,8934	0,846	1,056	8,52	6,87	6,66	6,73	6,99	7,39	7,87	8,36	9,58	10,91
0,250	0,8944	0,848	1,060	8,48	6,83	6,62	6,69	6,95	7,34	7,82	8,36	9,58	10,91

σ	$u/v_{\text{эф}}$	$R/R_{\text{эф}}$	$h/R_{\text{эф}}$	$b/R_{\text{эф}}$									
				$m=0$	$m=0,5$	$m=0,75$	$m=1$	$m=1,25$	$m=1,50$	$m=1,75$	$m=2,0$	$m=2,5$	$m=3$
0,255	0,8971	0,851	1,068	8,36	6,74	6,53	6,60	6,84	7,22	7,69	8,23	9,42	10,73
0,260	0,8996	0,855	1,077	8,28	6,65	6,44	6,50	6,74	7,11	7,57	8,09	9,26	10,55
0,265	0,9022	0,859	1,086	8,18	6,57	6,36	6,41	6,64	7,01	7,45	7,96	9,11	10,37
0,270	0,9046	0,862	1,095	8,10	6,49	6,27	6,32	6,55	6,90	7,34	7,83	8,96	10,20
0,275	0,9070	0,865	1,103	8,02	6,41	6,19	6,24	6,46	6,79	7,23	7,71	8,82	10,03
0,280	0,9093	0,869	1,112	7,94	6,33	6,11	6,15	6,36	6,69	7,12	7,59	8,68	9,87
0,285	0,9115	0,872	1,120	7,86	6,26	6,03	6,07	6,27	6,60	7,01	7,47	8,55	9,71
0,290	0,9137	0,875	1,129	7,78	6,19	5,96	5,99	6,19	6,50	6,91	7,36	8,41	9,55
0,295	0,9159	0,878	1,137	7,70	6,12	5,89	5,91	6,10	6,41	6,81	7,25	8,28	9,40
0,300	0,9180	0,881	1,145	7,64	6,05	5,82	5,83	6,02	6,32	6,71	7,15	8,15	9,26
0,305	0,9200	0,884	1,153	7,56	5,98	5,75	5,76	5,94	6,23	6,61	7,04	8,03	9,11
0,310	0,9220	0,887	1,161	7,50	5,92	5,69	5,69	5,86	6,15	6,52	6,94	7,91	8,97
0,315	0,9239	0,889	1,170	7,42	5,86	5,62	5,62	5,79	6,06	6,43	6,84	7,79	8,83
0,320	0,9258	0,892	1,178	7,36	5,80	5,56	5,55	5,71	5,98	6,34	6,74	7,67	8,70
0,325	0,9276	0,895	1,186	7,30	5,74	5,50	5,48	5,64	5,90	6,25	6,64	7,56	8,57
0,330	0,9294	0,897	1,193	7,24	5,68	5,43	5,42	5,57	5,82	6,16	6,55	7,45	8,44
0,335	0,9312	0,900	1,201	7,18	5,62	5,37	5,35	5,50	5,74	6,08	6,46	7,34	8,32
0,340	0,9329	0,902	1,209	7,12	5,57	5,31	5,29	5,43	5,67	5,99	6,37	7,24	8,20
0,345	0,9346	0,905	1,216	7,06	5,51	5,25	5,23	5,36	5,60	5,91	6,228	7,13	8,08
0,350	0,9362	0,907	1,224	7,00	5,46	5,20	5,17	5,30	5,53	5,84	6,20	7,03	7,96
0,355	0,9378	0,909	1,232	6,94	5,41	5,15	5,11	5,23	5,46	5,76	6,12	6,94	7,85
0,360	0,9393	0,911	1,240	6,88	5,36	5,10	5,06	5,17	5,39	5,69	6,04	6,84	7,74
0,365	0,9408	0,914	1,248	6,82	5,31	5,05	5,00	5,11	5,32	5,61	5,96	6,74	7,62
0,370	0,9438	0,916	1,255	6,78	5,26	4,99	4,95	5,05	5,26	5,54	5,88	6,65	7,51
0,375	0,9438	0,918	1,262	6,72	5,21	4,94	4,90	4,99	5,19	5,47	5,80	6,55	7,40
0,380	0,9452	0,920	1,269	6,68	5,16	4,89	4,84	4,93	5,13	5,40	5,72	6,46	7,30
0,385	0,9466	0,922	1,277	6,64	5,11	4,84	4,78	4,87	5,07	5,33	5,64	6,37	7,19
0,390	0,9478	0,924	1,284	6,58	5,07	4,80	4,73	4,82	5,01	5,27	5,57	6,29	7,09
0,395	0,9492	0,926	1,291	6,54	5,03	4,75	4,68	4,77	4,95	5,20	5,50	6,20	7,00

σ	$u/v_{1,2,3,4}$	$R/R_{1,2,3,4}$	$h/R_{1,2,3,4}$	$b/R_{1,2,3,4}$									
				$m=0$	$m=0,5$	$m=0,75$	$m=1$	$m=1,25$	$m=1,50$	$m=1,75$	$m=2,0$	$m=2,5$	$m=3$
0,400	0,9505	0,928	1,299	6,50	4,99	4,71	4,64	4,72	4,89	5,14	5,43	6,12	6,90
0,410	0,9505	0,928	1,299	6,50	4,99	4,71	4,64	4,72	4,89	5,14	5,43	6,12	6,90
0,420	0,9554	0,935	1,327	6,32	4,82	4,53	4,45	4,51	4,66	4,89	5,16	5,80	6,52
0,430	0,9577	0,938	1,341	6,24	4,75	4,46	4,36	4,41	4,56	4,77	5,03	5,65	6,35
0,440	0,9598	0,941	1,355	6,16	4,67	4,37	4,28	4,32	4,45	4,66	4,90	5,50	6,18
0,450	0,9619	0,944	1,369	6,08	4,60	4,30	4,19	4,23	4,35	4,55	4,78	5,36	6,01
0,460	0,9639	0,947	1,383	6,02	4,53	4,23	4,11	4,14	4,26	4,44	4,67	5,22	5,85
0,470	0,9658	0,950	1,396	5,94	4,46	4,15	4,03	4,05	4,16	4,34	4,55	5,08	5,69
0,480	0,9676	0,952	1,409	5,86	4,39	4,08	3,96	3,97	4,07	4,23	4,44	4,94	5,53
0,490	0,9693	0,954	1,422	5,80	4,33	4,01	3,88	3,89	3,98	4,14	4,33	4,82	5,39
0,50	0,9710	0,957	1,436	5,74	4,27	3,95	3,81	3,81	3,89	4,04	4,23	4,70	5,24
0,51	0,9726	0,960	1,449	5,68	4,21	3,88	3,74	3,73	3,81	3,96	4,13	4,58	5,10
0,52	0,9741	0,962	1,462	5,62	4,15	3,82	3,68	3,66	3,73	3,86	4,03	4,46	4,96
0,53	0,9755	0,964	1,475	5,56	4,09	3,76	3,61	3,59	3,77	3,65	3,77	3,93	4,34
0,54	0,9769	0,966	1,488	5,52	4,04	3,71	3,55	3,52	3,57	3,68	3,84	4,23	4,70
0,55	0,9782	0,9672	1,500	5,46	3,98	3,65	3,49	3,45	3,49	3,60	3,74	4,12	4,57
0,56	0,9795	0,9690	1,512	5,40	3,93	3,59	3,43	3,38	3,42	3,52	3,65	4,01	4,45
0,57	0,9807	0,9708	1,524	5,34	3,88	3,54	3,36	3,31	3,34	3,43	3,56	3,91	4,32
0,58	0,9818	0,9724	1,536	5,30	3,83	3,49	3,31	3,25	3,28	3,36	3,48	3,81	4,20
0,59	0,9829	0,9741	1,549	5,26	3,78	3,43	3,25	3,19	3,21	3,28	3,39	3,71	4,08
0,60	0,9840	0,9756	1,561	5,20	3,74	3,38	3,20	3,13	3,14	3,21	3,31	3,61	3,97
0,61	0,9850	0,9771	1,573	5,16	3,69	3,33	3,14	3,07	3,07	3,14	3,23	3,51	3,86
0,62	0,9860	0,9785	1,585	5,12	3,65	3,29	3,09	3,01	3,01	3,06	3,15	3,42	3,75
0,63	0,9869	0,9799	1,597	5,08	3,60	3,24	3,04	2,96	2,95	2,99	3,07	3,32	3,64
0,64	0,9877	0,9811	1,609	5,02	3,56	3,20	2,99	2,90	2,89	2,93	3,00	3,23	3,54
0,65	0,9886	0,9824	1,621	4,98	3,52	3,15	2,94	2,84	2,82	2,86	2,92	3,14	3,43
0,66	0,9893	0,9835	1,633	4,94	3,48	3,11	2,89	2,79	2,76	2,79	2,85	3,06	3,33
0,67	0,9901	0,9846	1,644	4,90	3,44	3,06	2,84	2,74	2,70	2,72	2,78	2,97	3,23
0,68	0,9908	0,9857	1,656	4,88	3,40	3,02	2,80	2,68	2,64	2,66	2,71	2,88	3,13

σ	$u/u_{\infty,k}$	$R/R_{\infty,k}$	$h/R_{\infty,k}$	$b/R_{\infty,k}$									
				$m=0$	$m=0,5$	$m=0,75$	$m=1$	$m=1,25$	$m=1,50$	$m=1,75$	$m=2,0$	$m=2,5$	$m=3$
0,69	0,9915	0,9866	1,667	4,84	3,36	2,98	2,75	2,63	2,59	2,60	2,64	2,80	3,03
0,70	0,9921	0,9876	1,679	4,80	3,33	2,94	2,71	2,59	2,54	2,54	2,57	2,73	2,94
0,71	0,9927	0,9885	1,690	4,76	3,29	2,90	2,67	2,54	2,48	2,48	2,50	2,65	2,85
0,72	0,9933	0,9893	1,702	4,72	3,25	2,86	2,62	2,49	2,43	2,42	2,44	2,57	2,76
0,73	0,9939	0,9902	1,713	4,68	3,21	2,82	2,58	2,45	2,37	2,36	2,37	2,49	2,66
0,74	0,9944	0,9909	1,724	4,66	3,18	2,78	2,54	2,39	2,32	2,30	2,31	2,41	2,57
0,76	0,9953	0,9933	1,747	4,60	3,13	2,73	2,47	2,32	2,22	2,19	2,19	2,27	2,41
0,78	0,9962	0,9945	1,770	4,54	3,05	2,64	2,37	2,21	2,12	2,08	2,07	2,12	2,24
0,80	0,9969	0,9954	1,792	4,48	2,99	2,58	2,30	2,13	2,03	1,98	1,95	1,98	2,07
0,82	0,9976	0,9961	1,813	4,42	2,93	2,52	2,23	2,05	1,94	1,88	1,84	1,85	1,92
0,84	0,9981	0,9968	1,834	4,38	2,88	2,45	2,16	1,97	1,85	1,78	1,74	1,72	1,77
0,86	0,9986	0,9975	1,855	4,32	2,82	2,39	2,09	1,89	1,76	1,69	1,63	1,60	1,62
0,88	0,9990	0,9982	1,876	4,28	2,77	2,32	2,02	1,81	1,67	1,59	1,53	1,47	1,47
0,90	0,9993	0,9989	1,898	4,22	2,71	2,26	1,95	1,74	1,59	1,49	1,42	1,34	1,32
0,92	0,9996	0,9992	1,918	4,16	2,66	2,21	1,90	1,67	1,51	1,40	1,32	1,23	1,19
0,94	0,9998	0,9994	1,939	4,12	2,61	2,16	1,84	1,60	1,44	1,32	1,23	1,11	1,05
0,96	0,9999	0,9996	1,959	4,08	2,56	2,11	1,78	1,54	1,36	1,23	1,13	1,00	0,92
0,98	0,9999	0,9998	1,980	4,04	2,51	2,06	1,72	1,47	1,29	1,15	1,04	0,88	0,78
1,00	1,0000	1,0000	2,000	4,00	2,47	2,00	1,66	1,40	1,21	1,06	0,94	0,77	0,65
1,02	0,9999	0,9998	2,020	3,96	2,42	1,95	1,61	1,34	1,14	0,98	0,86	0,66	0,53
1,04	0,9999	0,9997	2,039	3,92	2,38	1,90	1,55	1,28	1,07	0,91	0,77	0,56	0,41
1,06	0,9998	0,9995	2,059	3,88	2,34	1,85	1,50	1,22	1,01	0,83	0,69	0,46	0,29
1,08	0,9996	0,9994	2,078	3,86	2,30	1,80	1,44	1,16	0,94	0,76	0,60	0,36	0,17
1,10	0,9994	0,9992	2,098	3,98	2,26	1,76	1,39	1,10	0,87	0,68	0,52	0,26	0,05
1,12	0,9992	0,9988	2,117	3,78	2,22	1,71	1,34	1,04	0,80	0,61	0,44	0,16	-
1,14	0,9989	0,9983	2,136	3,76	2,18	1,67	1,29	0,99	0,74	0,54	0,36	0,06	-
1,16	0,9986	0,9979	2,155	3,72	2,14	1,63	1,24	0,93	0,68	0,47	0,28	-	-
1,18	0,9983	0,9974	2,174	3,70	2,10	1,59	1,19	0,88	0,62	0,40	0,20	-	-
1,20	0,9979	0,9970	2,193	3,66	2,07	1,55	1,15	0,82	0,56	0,33	0,13	-	-

σ	$\nu/\nu_{\text{э.к}}$	$R/R_{\text{э.к}}$	$h/R_{\text{э.к}}$	$b/R_{\text{э.к}}$									
				$m=0$	$m=0,5$	$m=0,75$	$m=1$	$m=1,25$	$m=1,50$	$m=1,75$	$m=2,0$	$m=2,5$	$m=3$
1,25	0,9969	0,9954	2,240	3,58	1,99	1,46	1,03	0,70	0,41	0,17	-	-	-
1,30	0,9957	0,9937	2,286	3,52	1,91	1,36	0,93	0,57	0,27	0,01	-	-	-
1,35	0,9944	0,9916	2,330	3,46	1,83	1,27	0,83	0,46	0,14	-	-	-	-
1,40	0,9930	0,9896	2,375	3,40	1,76	1,19	0,72	0,34	0,01	-	-	-	-
1,45	0,9915	0,9873	2,419	3,34	1,69	1,11	0,63	0,23	-	-	-	-	-
1,50	0,9898	0,9849	2,462	3,28	1,62	1,03	0,54	0,13	-	-	-	-	-
1,60	0,9864	0,9800	2,548	3,18	1,49	0,88	0,36	-	-	-	-	-	-
1,70	0,9828	0,9746	2,631	3,10	1,37	0,73	0,20	-	-	-	-	-	-
1,80	0,9789	0,96889	2,713	3,02	1,26	0,60	0,04	-	-	-	-	-	-
1,90	0,9750	0,9632	2,793	2,94	1,15	0,48	-	-	-	-	-	-	-
2,00	0,9710	0,9573	2,872	2,88	1,07	0,36	-	-	-	-	-	-	-

XII жаdвал

Параболик ўзан ҳисоби учун

τ	$f(\tau) = \chi/p$	$F(\tau) = R/h$	$\phi(\tau) = \omega/R^2$	$h/R_{\text{э.к}}$	$B/R_{\text{э.к}}$	$p/R_{\text{э.к}}$	$R/R_{\text{э.к}}$	$\nu/\nu_{\text{э.к}}$	$B/H = 4m$	τ
0,001	0,089	0,6663	134,2	0,491	43,92	491	0,327	0,470	89,44	0,001
0,002	0,126	0,6661	94,92	0,558	35,25	279	0,372	0,513	63,25	0,002
0,003	0,155	0,6659	77,65	0,601	30,98	200	0,400	0,539	51,64	0,003
0,004	0,179	0,6657	67,23	0,634	28,35	159	0,422	0,559	44,72	0,004
0,005	0,200	0,6655	60,20	0,661	26,44	132	0,440	0,575	40,00	0,005
0,006	0,219	0,6653	54,98	0,684	24,98	114	0,455	0,588	36,51	0,006
0,007	0,237	0,6651	50,95	0,704	23,81	101	0,468	0,599	33,80	0,007
0,008	0,254	0,6649	47,70	0,721	22,80	90,1	0,480	0,609	31,62	0,008
0,009	0,269	0,6647	44,92	0,739	22,03	82,1	0,491	0,618	29,81	0,009
0,010	0,284	0,6644	42,72	0,752	21,27	75,20	0,500	0,626	28,28	0,010
0,012	0,311	0,6639	39,06	0,778	20,09	64,83	0,516	0,640	25,83	0,012
0,014	0,336	0,6634	36,21	0,801	19,14	57,19	0,531	0,652	23,91	0,014

τ	$f(\tau) = \chi/p$	$F(\tau) = R/h$	$\varphi(\tau) = \omega/R^2$	$h/R_{\text{с.к.}}$	$B/R_{\text{с.к.}}$	$p/R_{\text{с.к.}}$	$R/R_{\text{с.к.}}$	$v/v_{\text{с.к.}}$	$B/H = 4m$	τ
0,016	0,360	0,6630	33,91	0,821	18,36	51,30	0,544	0,663	22,36	0,016
0,018	0,382	0,6625	32,02	0,839	17,69	46,82	0,556	0,673	21,08	0,018
0,020	0,403	0,6623	30,40	0,856	17,12	42,79	0,567	0,682	20,00	0,020
0,022	0,423	0,6619	29,02	0,871	16,61	39,60	0,577	0,690	19,07	0,022
0,024	0,442	0,6614	27,82	0,885	16,16	36,89	0,586	0,697	18,26	0,024
0,026	0,460	0,6610	26,76	0,899	15,77	34,57	0,594	0,704	17,55	0,026
0,028	0,478	0,6605	25,83	0,911	15,41	32,55	0,602	0,710	16,91	0,028
0,030	0,495	0,6601	24,98	0,923	15,07	30,77	0,609	0,716	16,33	0,030
0,032	0,511	0,6597	24,22	0,934	14,77	29,20	0,616	0,721	15,81	0,032
0,034	0,527	0,6593	23,53	0,945	14,50	27,80	0,623	0,727	15,34	0,034
0,036	0,543	0,6588	22,89	0,955	14,24	26,54	0,629	0,732	14,91	0,036
0,038	0,558	0,6584	22,31	0,965	14,00	25,40	0,635	0,737	14,51	0,038
0,040	0,573	0,6580	21,78	0,975	13,78	24,36	0,641	0,741	14,14	0,040
0,042	0,588	0,6575	21,28	0,984	13,62	23,51	0,647	0,745	13,80	0,042
0,044	0,602	0,6571	20,82	0,992	13,38	22,55	0,652	0,749	13,48	0,044
0,046	0,616	0,6567	20,38	1,001	13,19	21,75	0,657	0,753	13,19	0,046
0,048	0,629	0,6563	19,88	1,009	13,02	21,01	0,662	0,757	12,91	0,048
0,050	0,943	0,6559	19,59	0,017	12,86	20,33	0,667	0,761	12,65	0,050
0,055	0,675	0,6549	18,78	1,034	12,48	18,81	0,677	0,769	12,06	0,055
0,060	0,706	0,6538	18,01	1,052	12,15	17,53	0,688	0,777	11,54	0,060
0,065	0,736	0,6527	17,36	1,068	11,86	16,44	0,697	0,784	11,09	0,065
0,070	0,765	0,6517	16,78	1,084	11,58	15,48	0,706	0,791	10,69	0,070
0,075	0,794	0,6507	16,26	1,098	11,34	14,64	0,715	0,797	10,33	0,075
0,080	0,821	0,6497	15,79	1,112	11,12	13,90	0,722	0,803	10,00	0,080
0,085	0,847	0,6487	15,37	1,124	10,91	13,23	0,729	0,808	9,70	0,085
0,090	0,873	0,6477	14,98	1,137	10,72	12,63	0,736	0,813	9,43	0,090
0,095	0,899	0,6467	14,63	1,149	10,54	12,09	0,743	0,818	9,18	0,095
0,100	0,923	0,6457	14,30	1,160	10,38	11,60	0,749	0,823	8,95	0,100
0,105	0,948	0,6447	14,00	1,171	10,23	11,16	0,755	0,827	8,73	0,105
0,110	0,971	0,6438	13,71	1,183	10,08	10,75	0,761	0,831	8,53	0,110

τ	$f(\tau) = \chi/p$	$F(\tau) = R/h$	$\varphi(\tau) = \omega/R^2$	$h/R_{\text{с.к.}}$	$B/R_{\text{с.к.}}$	$p/R_{\text{с.к.}}$	$R/R_{\text{с.к.}}$	$v/v_{\text{с.к.}}$	$B/H = 4m$	τ
0,115	0,995	0,6428	13,45	1,192	9,95	10,37	0,766	0,835	8,34	0,115
0,120	1,018	0,6418	13,22	1,202	9,82	10,02	0,771	0,839	8,16	0,120
0,125	1,040	0,6407	12,99	1,212	9,70	9,70	0,776	0,843	8,00	0,125
0,130	1,062	0,6399	12,77	1,221	9,58	9,39	0,781	0,847	7,84	0,130
0,135	1,084	0,6390	12,57	1,230	9,47	9,11	0,786	0,850	7,70	0,135
0,140	1,106	0,6380	12,38	1,239	9,37	8,85	0,791	0,853	7,56	0,140
0,145	1,127	0,6371	12,20	1,247	9,26	8,60	0,795	0,856	7,43	0,145
0,150	1,148	0,6361	12,03	1,256	9,17	8,37	0,799	0,859	7,30	0,150
0,155	1,169	0,6352	11,87	1,264	9,08	8,15	0,803	0,862	7,18	0,155
0,160	1,189	0,6343	11,72	1,272	8,99	7,95	0,807	0,865	7,07	0,160
0,165	1,209	0,6333	11,57	1,280	8,91	7,76	0,811	0,868	6,96	0,165
0,170	1,229	0,6325	11,43	1,287	8,83	7,57	0,814	0,871	6,86	0,170
0,175	1,249	0,6315	11,30	1,295	8,76	7,40	0,818	0,874	6,76	0,175
0,180	1,269	0,6306	11,18	1,302	8,68	7,23	0,821	0,876	6,67	0,180
0,185	1,288	0,6297	11,06	1,309	8,61	7,08	0,824	0,878	6,58	0,185
0,190	1,307	0,6288	10,94	1,316	8,54	6,93	0,827	0,880	6,49	0,190
0,195	1,326	0,6279	10,83	1,323	8,47	6,79	0,831	0,882	6,40	0,195
0,20	1,345	0,6272	10,72	1,329	8,41	6,65	0,834	0,884	6,32	0,200
0,21	1,382	0,6253	10,52	1,343	8,29	6,40	0,839	0,888	6,13	0,21
0,22	1,418	0,6236	10,33	1,355	8,17	6,16	0,845	0,892	6,03	0,22
0,23	1,454	0,6218	10,17	1,367	8,06	5,95	0,850	0,896	5,90	0,23
0,24	1,490	0,6201	10,01	1,379	7,96	5,74	0,855	0,900	5,77	0,24
0,25	1,525	0,6184	9,87	1,390	7,86	5,56	0,860	0,903	5,66	0,25
0,26	1,559	0,6168	9,72	1,402	7,77	5,39	0,865	0,906	5,55	0,26
0,27	1,593	0,6151	9,59	1,412	7,68	5,23	0,869	0,909	5,44	0,27
0,28	1,626	0,6135	9,47	1,423	7,60	5,08	0,873	0,912	5,34	0,28
0,29	1,660	0,6118	9,35	1,433	7,52	4,94	0,877	0,915	5,25	0,29
0,30	1,692	0,6103	9,24	1,443	7,45	4,81	0,881	0,918	5,16	0,30
0,31	1,725	0,6068	9,14	1,453	7,38	4,69	0,884	0,921	5,08	0,31
0,32	1,757	0,6070	9,05	1,462	7,31	4,57	0,888	0,923	5,00	0,32

τ	$f(\tau) = \chi / p$	$F(\tau) = R / h$	$\varphi(\tau) = \omega / R^2$	$h / R_{\tau, 2, K}$	$B / R_{\tau, 2, K}$	$p / R_{\tau, K}$	$R / R_{\tau, K}$	$v / v_{\tau, 2, K}$	$B / H = 4m$	τ
0,33	1,789	0,6055	8,95	1,471	7,24	4,46	0,891	0,925	4,92	0,33
0,34	1,821	0,6039	8,87	1,481	7,18	4,35	0,894	0,927	4,85	0,34
0,35	1,852	0,6023	8,78	1,440	7,12	4,25	0,897	0,930	4,78	0,35
0,36	1,883	0,6009	8,70	1,499	7,07	4,16	0,900	0,932	4,71	0,36
0,37	1,914	0,5993	8,63	1,507	7,01	4,07	0,903	0,934	4,64	0,37
0,38	1,944	0,5978	8,56	1,516	6,95	3,99	0,906	0,936	4,59	0,38
0,39	1,975	0,5963	8,49	1,524	6,90	3,91	0,909	0,938	4,53	0,39
0,40	2,005	0,5949	8,43	1,532	6,85	3,83	0,911	0,939	4,47	0,40
0,41	2,035	0,5934	8,36	1,540	6,80	3,76	0,914	0,941	4,42	0,41
0,42	2,064	0,5920	8,30	1,548	6,76	3,69	0,917	0,943	4,36	0,42
0,43	2,094	0,5905	8,25	1,556	6,71	3,62	0,919	0,944	4,31	0,43
0,44	2,123	0,5891	8,19	1,564	6,67	3,55	0,921	0,946	4,26	0,44
0,45	2,152	0,5877	8,14	1,571	6,62	3,49	0,923	0,947	4,22	0,45
0,46	2,181	0,5863	8,09	1,579	6,58	3,43	0,925	0,949	4,17	0,46
0,47	2,210	0,5849	8,04	1,586	6,54	3,37	0,927	0,950	4,13	0,47
0,48	2,239	0,5835	7,99	1,593	6,50	3,32	0,929	0,952	4,08	0,48
0,49	2,267	0,5822	7,95	1,600	6,46	3,27	0,931	0,954	4,04	0,49
0,50	2,296	0,5808	7,90	1,607	6,43	3,21	0,933	0,955	4,00	0,50

Сегмент қиркимли узан ўлчамсиз элементлари хисобига доир

φ^0	$v/v_{\text{н.к}}$	$R/R_{\text{н.к}}$	$r/R_{\text{н.к}}$	$h/R_{\text{н.к}}$	$B/R_{\text{н.к}}$	$e/R_{\text{н.к}}$	h/r	R/r	B/h
180	1,0000	1,0000	2,0000	2,000	4,000	0,000	1,000	0,500	2,000
178	1,0000	0,9999	2,023	1,987	4,045	0,036	0,982	0,494	2,036
176	0,9999	0,9998	2,046	1,975	4,090	0,071	0,965	0,489	2,071
174	0,9997	0,9996	2,071	1,962	4,135	0,108	0,948	0,485	2,108
172	0,9995	0,9993	2,096	1,949	4,181	0,146	0,930	0,477	2,145
170	0,9992	0,9988	2,122	1,937	4,227	0,185	0,913	0,471	2,183
168	0,9989	0,9983	2,149	1,924	4,274	0,225	0,875	0,464	2,221
166	0,9984	0,9977	2,177	1,912	4,322	0,265	0,868	0,458	2,261
164	0,9980	0,9969	2,206	1,899	4,370	0,307	0,861	0,452	2,301
162	0,9974	0,9961	2,237	1,887	4,418	0,350	0,844	0,445	2,342
160	0,9968	0,9952	2,268	1,874	4,467	0,394	0,826	0,439	2,384
158	0,9961	0,9942	2,301	1,862	4,517	0,439	0,809	0,432	2,426
156	0,9953	0,9930	2,335	1,849	4,568	0,485	0,792	0,425	2,470
154	0,9945	0,9918	2,370	1,837	4,619	0,533	0,775	0,418	2,514
152	0,9936	0,9904	2,407	1,825	4,671	0,582	0,758	0,412	2,560
150	0,9926	0,9890	2,445	1,812	4,723	0,633	0,741	0,404	2,606
148	0,9915	0,9874	2,484	1,800	4,776	0,685	0,724	0,397	2,654
146	0,9904	0,9857	2,526	1,787	4,831	0,738	0,708	0,390	2,701
144	0,9892	0,9840	2,569	1,775	4,886	0,794	0,691	0,383	2,753
142	0,9879	0,9820	2,613	1,762	4,942	0,851	0,674	0,376	2,804
140	0,9866	0,9800	2,660	1,750	4,998	0,910	0,658	0,368	2,856
138	0,9851	0,9778	2,708	1,737	5,056	0,970	0,642	0,361	2,910
136	0,9837	0,9755	2,758	1,725	5,115	1,033	0,625	0,354	2,965
134	0,9821	0,9732	2,811	1,713	5,175	1,098	0,609	0,346	3,022
132	0,9804	0,9707	2,866	1,700	5,236	1,166	0,593	0,339	3,080

φ°	$v/v_{\text{в.к}}$	$R/R_{\text{в.к}}$	$r/R_{\text{в.к}}$	$h/R_{\text{в.к}}$	$B/R_{\text{в.к}}$	$e/R_{\text{в.к}}$	h/r	R/r	B/h
130	0,9876	0,9681	2,923	1,688	5,297	1,235	0,577	0,331	3,139
128	0,9768	0,9653	2,983	1,675	5,362	1,307	0,562	0,324	3,200
126	0,9748	0,9625	3,045	1,663	5,427	1,383	0,546	0,316	3,264
124	0,9728	0,9595	3,110	1,650	5,492	1,460	0,531	0,308	3,329
122	0,9706	0,9563	3,173	1,637	5,560	1,541	0,515	0,301	3,395
120	0,9685	0,9531	3,250	1,625	5,629	1,625	0,500	0,293	3,464
118	0,9662	0,9497	3,325	1,612	5,700	1,712	0,485	0,286	3,535
116	0,9638	0,9462	3,403	1,600	5,772	1,803	0,470	0,278	3,608
114	0,9613	0,9425	3,485	1,587	5,846	1,898	0,455	0,270	3,684
112	0,9587	0,9387	3,571	1,574	5,922	1,997	0,441	0,263	3,761
110	0,9561	0,9348	3,662	1,561	5,999	2,100	0,426	0,255	3,842
108	0,9532	0,9307	3,757	1,549	6,080	2,209	0,412	0,248	3,925
106	0,9504	0,9265	3,857	1,536	6,161	2,321	0,398	0,240	4,011
104	0,9474	0,9221	3,962	1,523	6,245	2,439	0,384	0,233	4,101
102	0,9443	0,9176	4,074	1,510	6,331	2,564	0,371	0,225	4,193
100	0,9411	0,9129	4,190	1,497	6,420	2,693	0,357	0,218	4,289
98	0,9377	0,9081	4,314	1,484	6,511	2,830	0,344	0,210	4,387
96	0,9343	0,9031	4,444	1,470	6,605	2,974	0,331	0,203	4,492
94	0,9308	0,8980	4,582	1,457	6,702	3,125	0,318	0,196	4,600
92	0,9271	0,8927	4,728	1,444	6,802	3,285	0,305	0,189	4,712
90	0,9233	0,8872	4,883	1,430	6,906	3,453	0,293	0,182	4,828
88	0,9194	0,8815	5,048	1,417	7,013	3,631	0,281	0,175	4,950
86	0,9153	0,8757	5,222	1,403	7,123	3,819	0,269	0,168	5,077
84	0,9111	0,8697	5,408	1,389	7,238	4,019	0,257	0,161	5,210
82	0,9069	0,8642	5,610	1,376	7,361	4,234	0,245	0,154	5,349
80	0,9024	0,8572	5,818	1,361	7,479	4,457	0,234	0,147	5,495
78	0,8978	0,8506	6,043	1,347	7,607	4,697	0,223	0,141	5,653
76	0,8928	0,8436	6,283	1,332	7,737	4,951	0,212	0,134	5,808

φ^n	v/v_{max}	R/R_{max}	r/R_{max}	h/R_{max}	B/R_{max}	e/R_{max}	h/r	R/r	B/h
74	0,8881	0,8369	6,546	1,318	7,878	5,223	0,201	0,128	5,978
72	0,8830	0,8298	6,824	1,303	8,022	5,524	0,191	0,122	6,161
70	0,8778	0,8224	7,124	1,288	8,173	5,836	0,181	0,115	6,343
68	0,8724	0,8148	7,449	1,273	8,330	6,175	0,171	0,109	6,542
66	0,8667	0,8069	7,799	1,258	8,496	6,541	0,161	0,103	6,752
64	0,8609	0,7988	8,179	1,243	8,668	6,936	0,152	0,098	6,975
62	0,8561	0,7922	8,562	1,223	8,819	7,339	0,143	0,092	7,212
60	0,8500	0,7836	9,009	1,207	9,008	7,801	0,134	0,087	7,464
58	0,8436	0,7749	9,495	1,190	9,206	8,304	0,125	0,082	7,733
56	0,8370	0,7657	10,030	1,174	9,418	8,856	0,117	0,076	8,022
54	0,8303	0,7566	10,612	1,157	9,636	9,455	0,109	0,071	8,331
52	0,8233	0,7470	11,256	1,139	9,868	10,117	0,101	0,066	8,663
50	0,8160	0,7371	11,970	1,121	10,117	10,848	0,094	0,062	9,022
48	0,8085	0,7269	12,761	1,103	10,381	11,658	0,086	0,057	9,410
46	0,8006	0,7164	13,664	1,085	10,663	12,560	0,079	0,052	9,830
44	0,7904	0,7027	14,730	1,073	11,036	13,658	0,073	0,048	10,289
42	0,7818	0,6910	15,861	1,054	11,368	14,808	0,066	0,044	10,791
40	0,7726	0,6791	17,138	1,034	11,723	16,105	0,060	0,040	11,342

$a = h/H$ тўлишнинг турли даражаларидаги A ва B коэффициентлар қиймати

a	Айланади қирким		Овоидал қирким		Қайиксимон қирким	
	A	B	A	B	A	B
0,05	0,004	0,184	0,014	0,260	-	-
0,10	0,017	0,333	0,018	0,424	0,021	0,322
0,15	0,043	0,457	0,040	0,536	0,050	0,450
0,20	0,080	0,565	0,072	0,628	0,099	0,565
0,25	0,129	0,661	0,111	0,702	0,164	0,675
0,30	0,138	0,748	0,159	0,769	0,2335	0,773
0,35	0,256	0,821	0,216	0,829	0,314	0,860
0,40	0,332	0,889	0,278	0,883	0,394	0,923
0,45	0,414	0,948	0,348	0,930	0,478	0,969
0,50	0,500	1,000	0,423	0,975	0,563	1,013
0,55	0,589	1,045	0,501	1,012	0,652	1,054
0,60	0,678	1,083	0,585	1,043	0,745	1,091
0,65	0,766	1,113	0,672	1,075	0,802	1,106
0,70	0,850	1,137	0,755	1,098	0,889	1,130
0,75	0,927	1,152	0,839	1,118	0,954	1,139
0,80	0,994	1,159	0,917	0,983	1,135	1,051
0,85	1,048	1,157	0,983	1,135	1,051	1,135
0,90	1,082	1,142	1,037	1,130	1,000	1,140
0,95	1,087	1,108	1,062	1,109	1,084	1,078
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Сегмент узан қиркими учун K қиймати

Диаметр	Қўндаланг кесим юзаси $\omega, \text{ м}^2$	n нинг турли ғадир-будирлик коэффициентларида $K, \text{ м}^3/\text{сек}$ сарф характеристикаси қиймати			
		0,011	0,020	0,030	0,040
1,00	0,7854	29,806	14,707	8,934	6,185
1,50	1,7672	86,664	44,307	27,638	19,176
2,00	3,1416	184,573	96,618	61,747	44,644
2,50	4,9087	323,123	174,196	112,663	82,338
3,00	7,069	535,31	288,90	188,636	140,02
3,50	9,624	801,70	436,92	288,762	215,18
4,00	12,566	1140,00	628,32	418,67	314,16
5,00	19,635	2049,87	1142,71	707,21	582,86
6,00	28,274	3311,98	1865,37	1270,11	969,02
7,00	38,484	4961,79	2913,88	1926,76	1479,38
8,00	50,266	7026,81	4025,73	2766,80	2133,78
9,00	63,617	9609,39	5501,31	3795,18	2935,30
10,00	78,540	12702,26	7302,86	5051,05	3918,91
12,00	113,097	20427,94	11798,90	8198,57	6359,27
14,00	153,938	30628,30	17703,39	12320,40	9585,74
16,00	201,062	43469,17	25132,50	17532,43	13632,00

Ёпишқок грунтлар учун рухсат этилган (ювилмайдиган) оқим тезлиги

Тупрок номи	Булаклар таркиби %		Грунтлар характеристикаси															
	0,005 мм дан кам	0,005 - 0,05 мм	Зичлиги кам тупроклар хажмий оғирлиги 1,20 т/м³ гача				Ўртача зич тупроклар хажмий оғирлиги 1,20-1,66 т/м³				Зич тупроклар хажмий оғирлиги 1,66-2,04 т/м³				Жуда зич тупрок хажмий оғирлиги 2,0-2,14 т/м³			
			Ўзанинг ўртача чуқурликлари, м															
			0,4	1,0	2,0	3,0	0,4	1,0	2,0	3,0	4,0	1,0	2,0	3,0	0,4	1,0	2,0	3,0
			Оқимнинг ўртача тезликлари, м/сек															
Гил	30-50	70-50	0,35	0,40	0,45	0,50	0,70	0,85	0,95	1,10	1,00	1,20	1,40	1,50	1,40	1,70	1,90	2,10
Оғир кумок тупрок	20-30	0-70																
Юпка кумок тупрок	10-20	90-80	0,35	0,40	0,45	0,50	0,65	0,80	0,90	1,00	0,95	1,20	1,40	1,50	1,40	1,70	1,90	2,10
Фойдаланиб бўлинган соз тупроклар	-	-	-	-	-	-	0,60	0,70	0,80	0,85	0,80	1,00	1,20	1,30	1,10	1,30	1,50	1,70
Кумлок тупроклар	5-10	20-40	0,20	0,30	0,40	0,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Изох: 1. Тезликларнинг жадвалдаги кийматларини интерполяция қилиш (қайта ишлаш) мумкин эмас. Оралик чуқурликларда тезликлар киймати чуқурликлар бўйича қабул қилинади.

2. Ўзан чуқурлиги 3 м дан ортиқ бўлганда оқим тезлиги рухсат этилган катталиги 3 м чуқурлик учун (асосий таджикот ва ҳисоблар бўлмаган ҳолларда) киймати қабул қилинади.

Чўкиндиларнинг гидравлик йириклиги

$d, \text{мм}$	$W, \text{мм/сек}$	$d, \text{мм}$	$W, \text{мм/сек}$	$d, \text{мм}$	$W, \text{мм/сек}$	$d, \text{мм}$	$W, \text{мм/сек}$	$d, \text{мм}$	$W, \text{мм/сек}$	$d, \text{мм}$	$W, \text{мм/сек}$	$d, \text{мм}$	$W, \text{мм/сек}$	$d, \text{мм}$	$W, \text{мм/сек}$
0,05	1,73	0,30	32,40	0,55	59,4	0,80	80,7	1,25	115,0	2,25	166,2	3,25	201,0	4,25	229,5
0,10	6,92	0,35	37,80	0,60	64,8	0,85	84	1,50	125,6	2,50	176,5	3,50	208,5	4,50	236,5
0,15	15,60	0,40	43,20	0,65	40,2	0,90	87,5	1,775	139,2	2,75	185,0	3,75	215,5	4,75	243,0
0,20	21,60	0,45	48,60	0,70	73,2	0,95	90,6	2,00	152,9	3,00	192,5	4,00	222,5	5,00	249,0
0,25	27,00	0,50	54,0	0,75	77,0	1,00	94,4								

Оқим лойқалиги ρ ва чўкинди W нинг турли гидравлик йириклигида Φ_n қиймати

$\rho, \text{кг/м}^3$	$W, \text{м/сек.}$									
	0,0004	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	0,0009	0,0010	0,0015	0,0020	
0,10	0,0319	0,0334	0,0346	0,0357	0,0336	0,0375	0,0383	0,0415	0,0441	
0,25	0,0460	0,0482	0,0500	0,0515	0,0528	0,0541	0,0552	0,0599	0,0636	
0,50	0,0607	0,0636	0,0659	0,0680	0,0697	0,0714	0,0729	0,0790	0,0839	
0,75	0,0714	0,0748	0,0775	0,0799	0,0820	0,0840	0,0857	0,0929	0,0987	
1,00	0,0801	0,0839	0,0870	0,0897	0,0920	0,0943	0,0962	0,1042	0,1107	
1,50	0,0942	0,0987	0,1023	0,1055	0,1082	0,1109	0,1131	0,1226	0,1303	
2,00	0,1057	0,1107	0,1148	0,1183	0,1213	0,1244	0,1269	0,1375	0,1461	
2,50	0,1156	0,1211	0,1255	0,1294	0,1327	0,1360	0,1388	0,1504	0,1598	
3,00	0,124	0,130	0,135	0,139	0,143	0,146	0,149	0,162	0,172	
3,50	0,132	0,139	0,144	0,148	0,152	0,156	0,159	0,172	0,183	
4,00	0,139	0,146	0,151	0,156	0,160	0,164	0,167	0,181	0,193	
4,50	0,146	0,153	0,159	0,164	0,168	0,172	0,176	0,190	0,202	
5,00	0,152	0,160	0,166	0,171	0,175	0,179	0,183	0,198	0,211	
6,00	0,164	0,172	0,178	0,184	0,188	0,193	0,197	0,213	0,227	

$\rho, \text{кг/м}^3$	$W, \text{м/сек.}$								
	0,0004	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	0,0009	0,0010	0,0015	0,0020
7,00	0,174	0,183	0,189	0,195	0,200	0,205	0,209	0,227	0,241
8,00	0,184	0,193	0,200	0,206	0,211	0,217	0,221	0,239	0,254
9,00	0,193	0,202	0,209	0,216	0,221	0,227	0,232	0,251	0,267
10,00	0,201	0,211	0,219	0,225	0,231	0,237	0,242	0,262	0,278
15,00	0,237	0,248	0,257	0,265	0,272	0,278	0,284	0,308	0,327
0,10	0,0504	0,0561	0,0616	0,0667	0,0716	0,0762	0,0850	0,0982	0,1011
0,25	0,0727	0,0809	0,0888	0,0962	0,1033	0,1009	0,1223	0,1345	0,1459
0,50	0,0959	0,1067	0,1172	0,1270	0,1364	0,1451	0,1618	0,1775	0,1925
0,75	0,1128	0,1255	0,1378	0,1493	0,1604	0,1703	0,1903	0,2088	0,2264
1,00	0,1266	0,1409	0,1547	0,1675	0,1800	0,1915	0,2186	0,2343	0,2541
1,50	0,1489	0,1656	0,1819	0,1970	0,2116	0,2252	0,2512	0,2755	0,2988
2,00	0,1670	0,1859	0,2041	0,2211	0,2375	0,2567	0,2817	0,3092	0,3353
2,50	0,1827	0,2032	0,2231	0,2417	0,2596	0,2762	0,3081	0,3380	0,3665
3,00	0,196	0,219	0,240	0,260	0,279	0,297	0,331	0,364	0,394
3,50	0,209	0,232	0,255	0,277	0,297	0,316	0,353	0,387	0,419
4,00	0,220	0,245	0,269	0,292	0,313	0,333	0,372	0,408	0,442
4,50	0,229	0,255	0,280	0,303	0,325	0,346	0,386	0,424	0,459
5,00	0,241	0,268	0,294	0,319	0,343	0,365	0,407	0,446	0,484
6,00	0,259	0,288	0,317	0,343	0,369	0,392	0,437	0,480	0,520
7,00	0,276	0,307	0,337	0,365	0,392	0,417	0,465	0,510	0,553
8,00	0,291	0,323	0,355	0,385	0,413	0,440	0,490	0,538	0,583
9,00	0,305	0,339	0,372	0,403	0,433	0,461	0,514	0,564	0,612
10,00	0,318	0,354	0,388	0,421	0,452	0,481	0,536	0,588	0,638
15,00	0,374	0,416	0,457	0,495	0,532	0,566	0,631	0,692	0,751

$$\varphi(R_{\text{д.б}}) = C^{3/5} = C^{3/5} \sqrt{R} \text{ кймати}$$

$R_{\text{д.б}}$	$n=0,014$	$n=0,017$	$n=0,020$	$n=0,0225$	$n=0,025$	$n=0,0275$	$n=0,030$	$R_{\text{д.б}}$	$n=0,014$	$n=0,017$	$n=0,020$	$n=0,0225$	$n=0,025$	$n=0,0275$	$n=0,030$
0,025	1,50	1,22	0,99	0,83	0,68	0,52	0,43	0,90	12,1	10,8	9,77	9,12	8,55	7,96	7,71
0,050	2,28	1,90	1,60	1,40	1,22	1,01	0,92	0,95	12,5	11,2	10,1	9,40	8,85	8,24	7,98
0,055	2,41	2,02	1,71	1,50	1,31	1,10	1,01	1,00	12,9	11,5	10,4	9,73	9,12	8,51	8,24
0,060	2,54	2,13	1,81	1,59	1,40	1,18	1,09	1,10	13,6	12,1	11,1	10,3	9,68	9,04	8,67
0,065	2,66	2,24	1,91	1,68	1,48	1,27	1,17	1,20	14,3	12,7	11,6	10,9	10,2	9,55	9,27
0,070	2,78	2,35	2,00	1,77	1,65	1,34	1,25	1,30	14,9	13,4	12,1	11,4	10,7	10,0	9,77
0,075	2,90	2,46	2,09	1,86	1,54	1,42	1,32	1,40	15,6	13,9	12,7	11,9	11,2	10,5	10,2
0,080	3,01	2,55	2,18	1,94	1,73	1,49	1,39	1,50	16,2	14,5	13,2	12,4	12,1	10,9	10,7
0,085	3,12	2,65	2,27	2,03	1,80	1,56	1,46	1,60	16,8	15,1	13,7	12,9	12,6	11,4	11,1
0,090	3,22	2,74	2,36	2,11	1,88	1,64	1,53	1,70	17,4	15,6	14,2	13,3	13,1	11,8	11,5
0,10	3,43	2,92	2,52	2,27	2,03	1,77	1,67	1,80	18,0	16,1	14,7	13,8	13,5	12,3	11,9
0,15	4,34	3,74	3,27	2,97	2,69	2,39	2,27	1,90	18,5	16,6	15,2	14,3	13,9	12,7	12,4
0,20	5,14	4,45	3,92	3,57	3,27	2,94	2,80	2,00	19,1	17,1	15,6	14,7	14,2	13,1	12,7
0,25	5,85	5,06	4,51	4,12	3,79	3,43	3,28	2,20	20,1	18,1	16,5	15,6	14,7	13,9	13,5
0,30	6,49	5,68	5,15	4,64	4,27	3,89	3,72	2,40	21,1	19,0	17,4	16,4	15,5	14,6	14,3
0,35	7,10	6,22	5,53	5,09	4,71	4,33	4,14	2,60	22,0	19,9	18,2	17,2	16,3	15,4	15,0
0,40	7,66	6,73	6,00	5,60	5,13	4,71	4,53	2,80	23,0	20,8	19,1	18,0	17,0	16,1	15,7
0,45	8,19	7,21	6,44	5,96	5,53	5,08	4,94	3,00	23,8	21,6	19,8	18,7	17,7	16,8	16,4
0,50	8,71	7,66	6,87	6,37	5,92	5,46	5,26	3,25	25,0	22,5	20,8	19,6	18,6	17,6	17,1
0,55	9,18	8,11	7,28	6,76	6,28	5,81	5,60	3,50	26,0	23,6	21,7	20,5	19,4	18,4	18,0
0,60	9,66	8,53	7,67	7,13	6,64	6,14	5,93	3,75	27,0	24,5	22,5	21,3	20,2	19,1	18,7
0,65	10,1	8,95	8,05	7,48	6,98	6,46	6,25	4,00	28,1	25,4	23,4	22,1	21,0	19,9	19,5
0,70	10,5	9,33	8,41	7,83	7,31	6,79	6,55	4,25	29,0	26,3	24,2	22,9	21,8	20,7	20,2
0,75	11,0	9,73	8,77	8,17	7,64	7,08	6,86	4,50	29,9	27,2	25,0	23,7	22,5	21,4	20,9
0,80	11,4	10,1	9,10	8,47	7,96	7,38	7,15	4,75	30,9	28,0	25,8	24,5	23,3	22,1	21,6
0,85	11,8	10,5	9,46	8,81	8,26	7,67	7,43	5,00	31,8	28,8	26,6	25,2	24,0	22,8	22,3

Тўғри бурчакли ўзан киркими учун $h_{кр}$ критик чуқурлик қийматлари

$q, \text{м}^3/\text{сек}$	$h_{кр}, \text{м}$		$q, \text{м}^3/\text{сек}$	$h_{кр}, \text{м}$		$q, \text{м}^3/\text{сек}$	$h_{кр}, \text{м}$	
	$\alpha = 1$ бўлганда	$\alpha = 1,1$ бўлганда		$\alpha = 1$ бўлганда	$\alpha = 1,1$ бўлганда		$\alpha = 1$ бўлганда	$\alpha = 1,1$ бўлганда
0,05	0,064	0,066	2,05	0,754	0,778	4,05	1,186	1,224
0,10	0,100	0,104	2,10	0,766	0,790	4,10	1,196	1,235
0,15	0,132	0,136	2,15	0,778	0,803	4,15	1,206	1,245
0,20	0,160	0,165	2,20	0,790	0,815	4,20	1,216	1,255
0,25	0,186	0,192	2,25	0,802	0,829	4,25	1,225	1,265
0,30	0,209	0,216	2,30	0,814	0,840	4,30	1,235	1,275
0,35	0,232	0,240	2,35	0,825	0,852	4,35	1,246	1,285
0,40	0,254	0,260	2,40	0,837	0,864	4,40	1,255	1,294
0,45	0,274	0,283	2,45	0,848	0,876	4,45	1,264	1,304
0,50	0,295	0,304	2,50	0,861	0,889	4,50	1,274	1,314
0,55	0,314	0,323	2,55	0,872	0,900	4,55	1,282	1,323
0,60	0,332	0,343	2,60	0,883	0,912	4,60	1,292	1,333
0,65	0,350	0,362	2,65	0,894	0,924	4,65	1,301	1,343
0,70	0,368	0,380	2,70	0,906	0,934	4,70	1,310	1,352
0,75	0,385	0,397	2,75	0,917	0,946	4,75	1,320	1,362
0,80	0,402	0,415	2,80	0,928	0,958	4,80	1,330	1,372
0,85	0,419	0,432	2,85	0,939	0,969	4,85	1,338	1,381
0,90	0,435	0,449	2,90	0,950	0,980	4,90	1,348	1,390
0,95	0,435	0,449	2,90	0,950	0,980	4,90	1,348	1,390
1,00	0,467	0,482	3,00	0,972	1,003	5,00	1,366	1,410
1,05	0,483	0,498	3,05	0,983	1,014	5,05	1,375	1,420
1,10	0,497	0,513	3,10	0,993	1,025	5,10	1,384	1,429
1,15	0,512	0,529	3,15	1,004	1,035	5,15	1,393	1,438
1,20	0,527	0,544	3,20	1,014	1,047	5,20	1,402	1,447
1,25	0,542	0,559	3,25	1,025	1,058	5,25	1,411	1,456
1,30	0,556	0,574	3,30	1,035	1,069	5,30	1,420	1,465
1,35	0,570	0,589	3,35	1,046	1,080	5,35	1,428	1,474
1,40	0,584	0,604	3,40	1,056	1,090	5,40	1,437	1,484
1,45	0,598	0,618	3,45	1,068	1,100	5,45	1,446	1,493
1,50	0,612	0,632	3,50	1,077	1,110	5,50	1,455	1,502
1,55	0,626	0,646	3,55	1,087	1,122	5,55	1,464	1,511
1,60	0,639	0,660	3,60	1,096	1,130	5,60	1,473	1,520
1,65	0,652	0,673	3,65	1,107	1,143	5,65	1,482	1,529
1,70	0,665	0,687	3,70	1,118	1,153	5,70	1,491	1,538
1,75	0,678	0,700	3,75	1,128	1,164	5,75	1,500	1,549
1,80	0,692	0,714	3,80	1,137	1,174	5,80	1,509	1,557
1,85	0,704	0,727	3,85	1,147	1,183	5,85	1,518	1,566
1,90	0,716	0,740	3,90	1,157	1,194	5,90	1,527	1,575
1,95	0,729	0,753	3,95	1,167	1,204	5,95	1,534	1,584

$q, \text{ м}^3/\text{сек}$	$h_{кр}, \text{ м}$		$q, \text{ м}^3/\text{сек}$	$h_{кр}, \text{ м}$		$q, \text{ м}^3/\text{сек}$	$h_{кр}, \text{ м}$	
	$\alpha = 1$ булганда	$\alpha = 1,1$ булганда		$\alpha = 1$ булганда	$\alpha = 1,1$ булганда		$\alpha = 1$ булганда	$\alpha = 1,1$ булганда
2,00	0,742	0,765	4,00	1,176	1,214	6,00	1,543	1,593
6,05	1,554	1,601	8,05	1,876	1,936	10,05	2,175	2,245
6,10	1,559	1,609	8,10	1,885	1,945	10,10	2,182	2,252
6,15	1,568	1,618	8,15	1,893	1,953	10,15	2,190	2,260
6,20	1,577	1,628	8,20	1,900	1,961	10,20	2,198	2,268
6,25	1,586	1,637	8,25	1,908	1,970	10,25	2,205	2,276
6,30	1,595	1,646	8,30	1,915	1,977	10,30	2,212	2,286
6,35	1,601	1,655	8,35	1,923	1,985	10,35	2,219	2,290
6,40	1,610	1,662	8,40	1,930	1,993	10,40	2,226	2,298
6,45	1,618	1,670	8,45	1,938	2,000	10,45	2,233	2,305
6,50	1,627	1,680	8,50	1,945	2,009	10,50	2,240	2,312
6,55	1,636	1,689	8,55	1,953	2,018	10,55	2,27	2,319
6,60	1,644	1,698	8,60	1,961	2,023	10,60	2,258	2,331
6,65	1,653	1,705	8,65	1,969	2,032	10,65	2,265	2,338
6,70	1,661	1,714	8,70	1,977	2,040	10,70	2,272	2,345
6,75	1,670	1,723	8,75	1,983	2,048	10,75	2,275	2,348
6,80	1,677	1,731	8,80	1,990	2,055	10,80	2,282	2,356
6,85	1,686	1,740	8,85	1,999	2,062	10,85	2,289	2,363
6,90	1,694	1,749	8,90	2,005	2,070	10,90	2,296	2,370
6,95	1,703	1,758	8,95	2,013	2,077	10,95	2,303	2,377
7,00	1,710	1,765	9,00	2,020	2,085	11,00	2,310	2,384
7,05	1,717	1,773	9,05	2,029	2,093	11,05	2,317	2,391
7,10	1,726	1,782	9,10	2,036	2,102	11,10	2,324	2,399
7,15	1,735	1,790	9,15	2,043	2,109	11,15	2,330	2,405
7,20	1,743	1,799	9,20	2,051	2,116	11,20	2,338	2,413
7,25	1,750	1,806	9,25	2,058	2,124	11,25	2,345	2,420
7,30	1,759	1,815	9,30	2,066	2,132	11,30	2,352	2,427
7,35	1,767	1,823	9,35	2,073	2,140	11,35	2,358	2,434
7,40	1,774	1,831	9,40	2,080	2,148	11,40	2,366	2,441
7,45	1,782	1,839	9,45	2,089	2,155	11,45	2,373	2,448
7,50	1,790	1,847	9,50	2,097	2,162	11,50	2,379	2,455
7,55	1,798	1,856	9,55	2,105	2,171	11,55	2,386	2,463
7,60	1,806	1,865	9,60	2,111	2,179	11,60	2,393	2,470
7,65	1,813	1,872	9,65	2,119	2,119	11,65	2,400	2,477
7,70	1,821	1,880	9,70	2,125	2,194	11,70	2,407	2,483
7,75	1,830	1,888	9,75	2,132	2,200	11,75	2,414	2,491
7,80	1,838	1,896	9,80	2,139	2,208	11,80	2,421	2,498
7,85	1,845	1,905	9,85	2,146	2,215	11,85	2,428	2,506
7,90	1,853	1,913	9,90	2,154	2,223	11,90	2,434	2,512
7,95	1,861	1,920	9,95	2,161	2,230	11,95	2,441	2,519
8,00	1,868	1,928	10,00	2,168	2,237	12,00	2,448	2,529

Айлана ўзандаги критик чуқурлик аниқлаш жадвали

$h_{к.н}/d$	$h_{к.р}/d$	$h_{к.н}/d$	$h_{к.р}/d$	$h_{к.н}/d$	$h_{к.р}/d$	$h_{к.н}/d$	$h_{к.р}/d$
0,000	0,000	0,260	0,362	0,530	0,632	0,800	0,853
0,050	0,018	0,270	0,373	0,540	0,642	0,810	0,859
0,010	0,030	0,280	0,383	0,550	0,651	0,820	0,865
0,020	0,051	0,290	0,394	0,560	0,660	0,830	0,871
0,030	0,069	0,300	0,405	0,570	0,669	0,840	0,877
0,040	0,086	0,310	0,416	0,580	0,678	0,850	0,883
0,050	0,102	0,320	0,427	0,590	0,687	0,860	0,888
0,060	0,117	0,330	0,437	0,600	0,696	0,870	0,899
0,070	0,132	0,340	0,447	0,610	0,705	0,880	0,895
0,080	0,146	0,350	0,457	0,620	0,714	0,890	0,904
0,090	0,160	0,360	0,467	0,630	0,723	0,900	0,908
0,100	0,174	0,370	0,477	0,640	0,731	0,910	0,913
0,110	0,187	0,380	0,487	0,650	0,739	0,920	0,917
0,120	0,200	0,390	0,497	0,660	0,747	0,930	0,921
0,130	0,212	0,400	0,507	0,670	0,755	0,940	0,925
0,140	0,224	0,410	0,517	0,680	0,764	0,950	0,929
0,150	0,236	0,420	0,527	0,690	0,772	0,960	0,933
0,160	0,248	0,430	0,537	0,700	0,780	0,970	0,936
0,170	0,260	0,440	0,547	0,710	0,787	0,980	0,939
0,180	0,272	0,450	0,557	0,720	0,795	0,990	0,942
0,190	0,284	0,460	0,556	0,730	0,803	1,000	0,945
0,200	0,295	0,470	0,576	0,740	0,810	1,010	0,948
0,210	0,307	0,480	0,585	0,750	0,818	1,020	0,9951
0,220	0,318	0,490	0,595	0,760	0,825	1,030	0,954
0,230	0,329	0,500	0,604	0,770	0,832	1,040	0,956
0,240	0,340	0,510	0,614	0,780	0,839	1,050	0,958
0,250	0,351	0,520	0,623	0,790	0,846	1,060	0,960

$i > 0$ ва $x = 2,0$ нишабланда $\Phi(z)$ функция киймати

z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
0	0	0,45	0,484	0,66	0,792	0,75	0,972
0,05	0,050	0,50	0,549	0,67	0,810	0,76	0,996
0,10	0,100	0,55	0,619	0,68	0,829	0,77	1,020
0,15	0,151	0,60	0,693	0,69	0,848	0,78	1,045
0,20	0,202	0,61	0,709	0,70	0,867	0,79	1,071
0,25	0,255	0,62	0,725	0,71	0,887	0,80	1,098
0,30	0,309	0,63	0,741	0,72	0,907	0,81	1,127
0,35	0,365	0,64	0,758	0,73	0,928	0,82	1,156
0,40	0,423	0,65	0,775	0,74	0,950	0,83	1,188
0,84	1,221	1,010	2,652	1,24	1,117	1,55	0,767
0,85	1,256	1,015	2,450	1,25	1,098	1,60	0,730
0,86	1,293	1,020	2,307	1,26	1,081	1,65	0,703
0,87	1,333	1,025	2,197	1,27	1,065	1,70	0,675
0,88	1,375	1,030	2,107	1,28	1,049	1,75	0,650
0,89	1,421	1,035	2,031	1,29	1,033	1,80	0,626
0,90	1,472	1,040	1,966	1,30	1,018	1,85	0,605
0,905	1,499	1,045	1,908	1,31	1,004	1,90	0,585
0,910	1,527	1,05	1,857	1,32	0,990	1,95	0,567
0,915	1,557	1,06	1,768	1,33	0,977	2,0	0,550
0,920	1,589	1,07	1,693	1,34	0,964	2,1	0,518
0,925	1,622	1,08	1,629	1,35	0,952	2,2	0,490
0,930	1,653	1,09	1,573	1,3	0,940	2,3	0,466
0,935	1,696	1,10	1,522	1,37	0,928	2,4	0,444
0,940	1,738	1,11	1,477	1,38	0,917	2,5	0,424
0,945	1,782	1,12	1,436	1,39	0,906	2,6	0,405
0,950	1,831	1,13	1,398	1,40	0,896	2,7	0,389
0,955	1,885	1,14	1,363	1,41	0,886	2,8	0,374
0,960	1,945	1,15	1,331	1,42	0,876	2,9	0,360
0,965	2,013	1,16	1,301	1,43	0,866	3,0	0,346
0,970	2,092	1,17	1,273	1,44	0,856	3,5	0,294
0,975	2,184	1,18	1,257	1,45	0,847	4,0	0,255
0,980	2,297	1,19	1,222	1,46	0,838	4,5	0,226
0,985	2,442	1,20	1,199	1,47	0,829	5,0	0,203
0,990	2,646	1,21	1,177	1,48	0,821	6,0	0,168
0,995	3,000	1,22	1,156	1,49	0,813	8,0	0,126
1,00	-	1,23	1,136	1,50	0,805	10,0	0,100
1,005	2,997						

Нишаблик $i > 0$ ва $x > 2,0$ бўлганда $F(z)$ функция киймати

z	$F(z)$	z	$F(z)$	z	$F(z)$	z	$F(z)$
0	0	0,45	0,422	0,66	0,583	0,75	0,643
0,05	0,050	0,50	0,463	0,67	0,590	0,76	0,649
0,10	0,099	0,55	0,502	0,68	0,597	0,77	0,656
0,15	0,148	0,60	0,540	0,69	0,603	0,78	0,662
0,20	0,197	0,61	0,547	0,70	0,610	0,79	0,668
0,25	0,244	0,62	0,554	0,71	0,617	0,80	0,674
0,30	0,291	0,63	0,562	0,72	0,624	0,81	0,680
0,35	0,336	0,64	0,569	0,73	0,630	0,82	0,686
0,40	0,380	0,65	0,576	0,74	0,637	0,83	0,692
0,84	0,698	1,010	0,790	1,24	0,892	1,55	0,997
0,85	0,704	1,015	0,793	1,25	0,896	1,60	1,012
0,86	0,710	1,020	0,795	1,26	0,900	1,65	1,026
0,87	0,715	1,025	0,798	1,27	0,904	1,70	1,039
0,88	0,721	1,030	0,800	1,28	0,908	1,75	1,052
0,89	0,727	1,035	0,803	1,29	0,911	1,80	1,064
0,90	0,732	1,040	0,805	1,30	0,915	1,85	1,075
0,905	0,735	1,045	0,808	1,31	0,919	1,90	1,086
0,910	0,738	1,05	0,810	1,32	0,922	1,95	1,097
0,915	0,741	1,06	0,815	1,33	0,926	2,0	1,107
0,920	0,743	1,07	0,819	1,34	0,930	2,1	1,126
0,925	0,746	1,08	0,824	1,35	0,933	2,2	1,144
0,930	0,749	1,09	0,828	1,36	0,937	2,3	1,161
0,935	0,751	1,10	0,833	1,37	0,940	2,4	1,176
0,940	0,754	1,11	0,837	1,38	0,944	2,5	1,190
0,945	0,757	1,12	0,842	1,39	0,947	2,6	1,204
0,950	0,759	1,13	0,846	1,40	0,951	2,7	1,216
0,955	0,762	1,14	0,851	1,41	0,954	2,8	1,228
0,960	0,764	1,15	0,855	1,42	0,957	2,9	1,239
0,965	0,767	1,16	0,859	1,43	0,960	3,0	1,249
0,970	0,770	1,17	0,864	1,44	0,964	3,5	1,292
0,975	0,772	1,18	0,868	1,45	0,967	4,0	1,326
0,980	0,775	1,19	0,872	1,46	0,970	4,5	1,352
0,985	0,777	1,20	0,876	1,47	0,973	5,0	1,374
0,990	0,780	1,21	0,880	1,48	0,977	6,0	1,406
0,995	0,782	1,22	0,884	1,49	0,980	8,0	1,447
1,00	0,785	1,23	0,888	1,50	0,983	10,0	1,471
1,005	0,788						

Нишаблик $i > 0$ ва $x = 5,50$ булганда $\Phi(z)$ функция киймати

z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
0	0	0,45	0,450	0,66	0,670	0,75	0,776
0,05	0,050	0,50	0,501	0,67	0,6681	0,76	0,788
0,10	0,100	0,55	0,552	0,68	0,692	0,77	0,801
0,15	0,150	0,60	0,605	0,69	0,704	0,78	0,814
0,20	0,200	0,61	0,615	0,70	0,716	0,79	0,828
0,25	0,250	0,62	0,626	0,71	0,728	0,80	0,842
0,30	0,300	0,63	0,637	0,72	0,740	0,81	0,857
0,35	0,350	0,64	0,648	0,73	0,752	0,82	0,872
0,40	0,400	0,65	0,659	0,74	0,764	0,83	0,888
0,84	0,904	1,010	0,598	1,24	0,098	1,55	0,032
0,85	0,921	1,015	0,525	1,25	0,094	1,60	0,027
0,86	0,938	1,020	0,474	1,26	0,090	1,65	0,023
0,87	0,956	1,025	0,435	1,27	0,086	1,70	0,020
0,88	0,975	1,030	0,402	1,28	0,082	1,75	0,017
0,89	0,995	1,035	0,375	1,29	0,079	1,80	0,015
0,90	1,017	1,040	0,353	1,30	0,076	1,85	0,013
0,905	1,028	1,045	0,334	1,31	0,076	1,90	0,011
0,910	1,040	1,05	0,317	1,32	0,070	1,95	0,009
0,915	1,053	1,06	0,290	1,33	0,067	2,0	0,008
0,920	1,066	1,07	0,266	1,34	0,064	2,1	0,007
0,925	1,080	1,08	0,245	1,35	0,061	2,2	0,006
0,930	1,095	1,09	0,226	1,36	0,058	2,3	0,005
0,935	1,111	1,10	0,210	1,37	0,056	2,4	0,004
0,940	1,128	1,11	0,196	1,38	0,054	2,5	0,003
0,945	1,146	1,12	0,183	1,39	0,052	2,6	0,0025
0,950	1,165	1,13	0,172	1,40	0,050	2,7	0,0020
0,955	1,186	1,14	0,162	1,41	0,048	2,8	0,0015
0,960	1,209	1,15	0,153	1,42	0,046	2,9	0,0010
0,965	1,235	1,16	0,145	1,43	0,045	3,0	0,00075
0,970	1,265	1,17	0,137	1,44	0,044	3,5	0,00050
0,975	1,300	1,18	0,130	1,45	0,043	4,0	0,00025
0,980	1,344	1,19	0,124	1,46	0,042	4,5	0
0,985	1,400	1,20	0,118	1,47	0,041	5,0	0
0,990	1,474	1,21	0,113	1,48	0,040	6,0	0
0,995	1,605	1,22	0,108	1,49	0,039	8,0	0
1,00	-	1,23	0,103	1,50	0,038	10,0	0
1,005	0,730						

Нишаблик $i < 0$ ва $x = 5,50$ бўлганда $F(z)$ функция киймати

z	$F(z)$	z	$F(z)$	z	$F(z)$	z	$F(z)$
0	0	0,45	0,450	0,66	0,650	0,75	0,728
0,05	0,050	0,50	0,498	0,67	0,659	0,76	0,736
0,10	0,100	0,55	0,547	0,68	0,668	0,77	0,744
0,15	0,150	0,60	0,595	0,69	0,677	0,78	0,752
0,20	0,200	0,61	0,604	0,70	0,686	0,79	0,760
0,25	0,250	0,62	0,613	0,71	0,694	0,80	0,768
0,30	0,300	0,63	0,622	0,72	0,703	0,81	0,776
0,35	0,350	0,64	0,631	0,73	0,712	0,82	0,783
0,40	0,400	0,65	0,640	0,74	0,720	0,83	0,790
0,84	0,698	1,010	0,902	1,24	0,981	1,55	1,026
0,85	0,805	1,015	0,904	1,25	0,984	1,60	1,030
0,86	0,812	1,020	0,907	1,26	0,986	1,65	1,034
0,87	0,819	1,025	0,909	1,27	0,988	1,70	1,037
0,88	0,826	1,030	0,911	1,28	0,990	1,75	1,039
0,89	0,832	1,035	0,914	1,29	0,992	1,80	1,041
0,90	0,839	1,040	0,916	1,30	0,994	1,85	1,043
0,905	0,842	1,045	0,918	1,31	0,996	1,90	1,045
0,910	0,845	1,05	0,920	1,32	0,997	1,95	1,046
0,915	0,848	1,06	0,924	1,33	0,999	2,0	1,047
0,920	0,851	1,07	0,928	1,34	1,001	2,1	1,049
0,925	0,854	1,08	0,932	1,35	1,003	2,2	1,050
0,930	0,857	1,09	0,936	1,36	1,005	2,3	1,051
0,935	0,860	1,10	0,940	1,37	1,007	2,4	1,052
0,940	0,864	1,11	0,944	1,38	1,008	2,5	1,053
0,945	0,867	1,12	0,948	1,39	1,010	2,6	1,054
0,950	0,869	1,13	0,951	1,40	1,011	2,7	1,054
0,955	0,872	1,14	0,954	1,41	1,012	2,8	1,054
0,960	0,875	1,15	0,957	1,42	1,014	2,9	1,055
0,965	0,878	1,16	0,960	1,43	1,015	3,0	1,055
0,970	0,881	1,17	0,963	1,44	1,016	3,5	1,055
0,975	0,883	1,18	0,965	1,45	1,017	4,0	1,056
0,980	0,886	1,19	0,968	1,46	1,018	4,5	1,056
0,985	0,889	1,20	0,970	1,47	1,019	5,0	1,056
0,990	0,891	1,21	0,973	1,48	1,020	6,0	1,056
0,995	0,894	1,22	0,976	1,49	1,021	8,0	1,056
1,00	0,897	1,23	0,978	1,50	1,022	10,0	1,056
1,005	0,899						

Нишаблик $i < 0$ ва $x = 5,50$ булганда $F(z)$ функция киймати

z	$F(z)$	z	$F(z)$	z	$F(z)$	z	$F(z)$
0	0	0,45	0,450	0,66	0,650	0,75	0,728
0,05	0,050	0,50	0,498	0,67	0,659	0,76	0,736
0,10	0,100	0,55	0,547	0,68	0,668	0,77	0,744
0,15	0,150	0,60	0,595	0,69	0,677	0,78	0,752
0,20	0,200	0,61	0,604	0,70	0,686	0,79	0,760
0,25	0,250	0,62	0,613	0,71	0,694	0,80	0,768
0,30	0,300	0,63	0,622	0,72	0,703	0,81	0,776
0,35	0,350	0,64	0,631	0,73	0,712	0,82	0,783
0,40	0,400	0,65	0,640	0,74	0,720	0,83	0,790
0,84	0,698	1,010	0,902	1,24	0,981	1,55	1,026
0,85	0,805	1,015	0,904	1,25	0,984	1,60	1,030
0,86	0,812	1,020	0,907	1,26	0,986	1,65	1,034
0,87	0,819	1,025	0,909	1,27	0,988	1,70	1,037
0,88	0,826	1,030	0,911	1,28	0,990	1,75	1,039
0,89	0,832	1,035	0,914	1,29	0,992	1,80	1,041
0,90	0,839	1,040	0,916	1,30	0,994	1,85	1,043
0,905	0,842	1,045	0,918	1,31	0,996	1,90	1,045
0,910	0,845	1,05	0,920	1,32	0,997	1,95	1,046
0,915	0,848	1,06	0,924	1,33	0,999	2,0	1,047
0,920	0,851	1,07	0,928	1,34	1,001	2,1	1,049
0,925	0,854	1,08	0,932	1,35	1,003	2,2	1,050
0,930	0,857	1,09	0,936	1,36	1,005	2,3	1,051
0,935	0,860	1,10	0,940	1,37	1,007	2,4	1,052
0,940	0,864	1,11	0,944	1,38	1,008	2,5	1,053
0,945	0,867	1,12	0,948	1,39	1,010	2,6	1,054
0,950	0,869	1,13	0,951	1,40	1,011	2,7	1,054
0,955	0,872	1,14	0,954	1,41	1,012	2,8	1,054
0,960	0,875	1,15	0,957	1,42	1,014	2,9	1,055
0,965	0,878	1,16	0,960	1,43	1,015	3,0	1,055
0,970	0,881	1,17	0,963	1,44	1,016	3,5	1,055
0,975	0,883	1,18	0,965	1,45	1,017	4,0	1,056
0,980	0,886	1,19	0,968	1,46	1,018	4,5	1,056
0,985	0,889	1,20	0,970	1,47	1,019	5,0	1,056
0,990	0,891	1,21	0,973	1,48	1,020	6,0	1,056
0,995	0,894	1,22	0,976	1,49	1,021	8,0	1,056
1,00	0,897	1,23	0,978	1,50	1,022	10,0	1,056
1,005	0,899						

Трапеция шаклидаги ўзанинг эркин сирт эгрилиги ҳисобига доир

σ	$F(\sigma)$	σ	$F(\sigma)$	σ	$F(\sigma)$	σ	$F(\sigma)$
0,01	5,321	0,10	2,251	0,19	1,744	0,28	1,485
0,02	4,125	0,11	2,169	0,20	1,708	0,29	1,463
0,03	3,550	0,12	2,096	0,21	1,674	0,30	1,442
0,04	3,189	0,13	2,031	0,22	1,643	0,31	1,442
0,05	2,933	0,14	1,972	0,23	1,613	0,32	1,403
0,06	2,788	0,15	1,919	0,24	1,584	0,33	1,384
0,07	2,582	0,16	1,870	0,25	1,558	0,34	1,367
0,08	2,453	0,17	1,825	0,26	1,532	0,35	1,350
0,09	2,344	0,18	1,783	0,27	1,508	0,36	1,333
0,37	1,317	0,53	1,122	0,69	0,992	0,85	0,897
0,38	1,302	0,54	1,112	0,70	0,985	0,86	0,892
0,39	1,287	0,55	1,103	0,71	0,979	0,87	0,887
0,40	1,278	0,56	1,094	0,72	0,972	0,88	0,882
0,41	1,259	0,57	1,085	0,73	0,966	0,89	0,877
0,42	1,246	0,58	1,076	0,74	0,959	0,90	0,872
0,43	1,233	0,59	1,068	0,75	0,953	0,91	0,867
0,44	1,220	0,60	1,059	0,76	0,947	0,92	0,863
0,45	1,208	0,61	1,051	0,77	0,941	0,93	0,858
0,46	1,196	0,62	1,043	0,78	0,935	0,94	0,854
0,47	1,185	0,63	1,035	0,79	0,930	0,95	0,849
0,48	1,173	0,64	1,028	0,80	0,924	0,96	0,845
0,49	1,163	0,65	1,020	0,81	0,918	0,97	0,840
0,50	1,152	0,66	1,013	0,82	0,913	0,98	0,836
0,51	1,142	0,67	1,006	0,83	0,907	0,99	0,836
0,52	1,132	0,68	0,999	0,84	0,902	1,00	0,828

Трапеция шаклидаги ўзанинг Π'_n ҳисобига доир

σ	θ				σ	θ			
	$m=0$	$m=1$	$m=1,5$	$m=2$		$m=0$	$m=1$	$m=1,5$	$m=2$
0,02	0,154	0,163	0,154	0,145	0,52	0,325	0,494	0,525	0,527
0,04	0,198	0,209	0,202	0,191	0,54	0,324	0,500	0,534	0,537
0,06	0,227	0,247	0,236	0,223	0,56	0,323	0,505	0,543	0,547
0,08	0,248	0,274	0,263	0,249	0,58	0,322	0,511	0,551	0,558
0,10	0,264	0,296	0,258	0,271	0,60	0,320	0,516	0,559	0,570
0,12	0,278	0,316	0,305	0,291	0,62	0,318	0,522	0,568	0,581
0,14	0,291	0,334	0,323	0,309	0,64	0,316	0,527	0,577	0,593
0,16	0,309	0,349	0,339	0,325	0,66	0,314	0,533	0,586	0,605
0,18	0,303	0,3361	0,354	0,340	0,68	0,312	0,538	0,595	0,617
0,20	0,308	0,371	0,367	0,353	0,70	0,313	0,544	0,605	0,629
0,22	0,313	0,381	0,379	0,365	0,72	0,311	0,547	0,615	0,641
0,24	0,317	0,391	0,391	0,376	0,74	0,309	0,551	0,625	0,654
0,26	0,320	0,400	0,402	0,386	0,76	0,307	0,555	0,635	0,668

σ	θ				σ	θ			
	$m=0$	$m=1$	$m=1,5$	$m=2$		$m=0$	$m=1$	$m=1,5$	$m=2$
0,28	0,322	0,410	0,413	0,396	0,78	0,305	0,559	0,645	0,683
0,30	0,324	0,420	0,424	0,406	0,90	0,296	0,600	0,716	0,791
0,32	0,325	0,428	0,435	0,418	0,92	0,294	0,606	0,729	0,813
0,34	0,326	0,435	0,445	0,430	0,94	0,292	0,613	0,743	0,838
0,36	0,327	0,443	0,454	0,442	0,96	0,290	0,619	0,778	0,865
0,38	0,328	0,450	0,463	0,454	0,98	0,288	0,626	0,775	0,894
0,40	0,328	0,458	0,472	0,466	1,00	0,287	0,632	0,793	0,925
0,42	0,328	0,464	0,481	0,477	0,80	0,304	0,563	0,565	0,699
0,44	0,327	0,470	0,490	0,478	0,82	0,302	0,570	0,668	0,715
0,46	0,327	0,477	0,499	0,497	0,84	0,301	0,578	0,680	0,731
0,48	0,326	0,483	0,508	0,507	0,86	0,299	0,585	0,692	0,749
0,50	0,326	0,489	0,516	0,517	0,88	0,297	0,593	0,704	0,769

XXIV жадвал

Парабола шаклидаги ўзанинг эркин эгри сирт хисобига доир

τ	$F(\tau)$	$\theta(\tau)$	τ	$F(\tau)$	$\theta(\tau)$	τ	$F(\tau)$	$\theta(\tau)$
0,01	0,019	0,200	0,52	0,440	0,608	1,02	0,738	0,664
0,02	0,033	0,245	0,54	0,453	0,611	1,04	0,748	0,665
0,04	0,058	0,308	0,56	0,466	0,615	1,06	0,759	0,666
0,06	0,080	0,349	0,58	0,479	0,618	1,08	0,770	0,667
0,08	0,100	0,380	0,60	0,492	0,622	1,10	0,781	0,668
0,10	0,120	0,406	0,62	0,504	0,625	1,12	0,792	0,669
0,12	0,139	0,428	0,64	0,516	0,628	1,14	0,801	0,670
0,14	0,157	0,447	0,66	0,528	0,631	1,16	0,812	0,671
0,16	0,174	0,464	0,68	0,541	0,634	1,18	0,823	0,672
0,18	0,191	0,478	0,70	0,553	0,636	1,20	0,834	0,673
0,20	0,208	0,492	0,72	0,565	0,639	1,22	0,846	0,674
0,22	0,224	0,504	0,74	0,577	0,641	1,24	0,856	0,675
0,24	0,240	0,515	0,76	0,589	0,643	1,26	0,866	0,676
0,26	0,256	0,526	0,78	0,601	0,645	1,28	0,876	0,677
0,28	0,271	0,535	0,80	0,613	0,647	1,30	0,886	0,678
0,30	0,286	0,543	0,82	0,624	0,649	1,32	0,896	0,679
0,32	0,301	0,551	0,84	0,636	0,651	1,34	0,906	0,680
0,34	0,316	0,558	0,86	0,647	0,653	1,36	0,916	0,680
0,36	0,330	0,565	0,88	0,659	0,655	1,38	0,926	0,681
0,38	0,344	0,572	0,90	0,670	0,657	1,40	0,936	0,681
0,40	0,358	0,578	0,92	0,682	0,659	1,42	0,946	0,682
0,42	0,372	0,584	0,94	0,693	0,660	1,44	0,956	0,682
0,44	0,386	0,589	0,96	0,704	0,661	1,46	0,966	0,682
0,46	0,400	0,594	0,98	0,715	0,662	1,48	0,976	0,683
0,48	0,413	0,598	1,00	0,726	0,663	1,50	0,987	0,683
0,50	0,426	0,604	-	-	-	-	-	-

Сегмент киркимли ўзандаги эркин эгри сирт хисобига доир

h/r	F	θ	h/r	F	θ	h/r	F	θ
0,02	0,076	0,177	0,36	0,734	0,478	0,70	1,192	0,515
0,04	0,132	0,231	0,38	0,765	0,484	0,72	1,215	0,515
0,06	0,182	0,269	0,40	0,795	0,484	0,72	1,239	0,514
0,08	0,288	0,299	0,42	0,824	0,493	0,76	1,262	0,513
0,10	0,272	0,324	0,44	0,853	0,497	0,78	1,284	0,512
0,12	0,314	0,345	0,46	0,882	0,500	0,80	1,306	0,510
0,14	0,354	0,364	0,48	0,910	0,504	0,82	1,328	0,508
0,16	0,394	0,381	0,50	0,937	0,506	0,84	1,349	0,506
0,18	0,431	0,395	0,52	0,954	0,508	0,86	1,371	0,504
0,20	0,468	0,408	0,54	0,991	0,510	0,88	1,391	0,502
0,22	0,504	0,420	0,56	1,018	0,512	0,90	1,412	0,499
0,24	0,539	0,431	0,58	1,044	0,514	0,92	1,432	0,496
0,26	0,5573	0,441	0,60	1,069	0,515	0,94	1,452	0,493
0,28	0,607	0,450	0,62	1,095	0,516	0,96	1,472	0,489
0,30	0,639	0,458	0,64	1,119	0,516	0,98	1,491	0,486
0,32	0,671	0,465	0,66	1,144	0,516	1,00	1,510	0,482
0,34	0,703	0,472	0,68	1,168	0,516			

Тўғри бурчакли ўзандаги туташган чуқурликлар хисобига доир

η'	η''	η'	η''	η'	η''	η'	η''
0,01	14,141	0,26	2,652	0,51	1,747	0,76	1,284
0,02	4,990	0,27	2,592	0,52	1,723	0,77	1,272
0,03	8,149	0,28	2,538	0,53	1,700	0,78	1,259
0,04	7,051	0,29	2,488	0,54	1,677	0,79	1,245
0,05	6,470	0,30	2,445	0,55	1,654	0,80	1,230
0,06	7,774			0,56	1,630		
0,07	5,310	0,31	2,381	0,57	1,610	0,81	1,218
0,08	4,961	0,32	2,336	0,58	1,589	0,82	1,205
0,09	4,669	0,33	2,300	0,59	1,567	0,83	1,192
0,10	4,222	0,34	2,271	0,60	1,548	0,84	1,189
		0,35	2,218			0,85	1,167
0,11	4,165	0,36	2,184	0,61	1,533	0,86	1,154
0,12	4,023	0,37	2,147	0,62	1,513	0,87	1,142
0,13	3,860	0,38	2,112	0,63	1,481	0,88	1,130
0,14	3,710	0,39	2,078	0,64	1,477	0,89	1,119
0,15	3,577	0,40	2,045	0,65	1,459		
0,16	3,464			0,66	1,439	0,90	1,110
0,17	3,350	0,41	2,013	0,67	1,424	0,91	1,096
0,18	3,254	0,42	1,982	0,68	1,409	0,92	1,084
0,19	3,141	0,43	1,954	0,69	1,390	0,93	1,073
0,20	3,064	0,44	1,945	0,70	1,372	0,94	1,063
		0,45	1,895			0,95	1,052
0,21	2,983	0,46	1,870	0,71	1,360	0,96	1,042

0,22	2,904	0,47	1,838	0,72	1,345	0,97	1,031
0,23	2,833	0,48	1,820	0,73	1,330	0,98	1,020
0,24	2,770	0,49	1,790	0,74	1,315	0,99	1,010
0,25	2,706	0,50	1,765	0,75	1,300	1,00	1,00

XXVII жадвал

Парабола шаклидаги ўзанинг туташин чуқурликлари хисобига доир

θ'	θ''	θ'	θ''	θ'	θ''
0,20	2,61	0,43	1,572	0,66	1,148
0,21	2,54	0,44	1,548	0,67	1,136
0,22	2,48	0,45	1,524	0,68	1,122
0,23	2,42	0,46	1,50	0,69	1,110
0,24	2,36	0,47	1,476	0,70	1,098
0,25	2,30	0,48	1,454	0,71	1,086
0,26	2,242	0,49	1,432	0,72	1,072
0,27	2,196	0,50	1,412	0,73	1,060
0,28	2,152	0,51	1,394	0,74	1,048
0,29	2,10	0,52	1,372	0,75	1,036
0,30	2,05	0,53	1,356	0,76	1,024
0,31	2,004	0,54	1,336	0,77	1,012
0,32	1,956	0,55	1,316	0,78	1,00
0,33	1,912	0,56	1,302	0,79	0,990
0,34	1,868	0,57	1,286	0,80	0,980
0,35	1,824	0,58	1,268	0,81	0,970
0,36	1,79	0,59	1,252	0,82	0,960
0,37	1,752	0,60	1,238	0,83	0,950
0,38	1,72	0,61	1,22	0,84	0,940
0,39	1,688	0,62	1,204	0,85	0,930
0,40	1,654	0,63	1,192	0,86	0,920
0,41	1,628	0,64	1,176	0,87	0,910
0,42	1,604	0,65	1,164		

XXVIII жадвал

Ён томонлама сикилишсиз ўткир киррали туғри бурчақли сув ўтказгичдаги
 m_0 коэффицент катталиги

$$m_0 = \left(0,405 + \frac{0,0027}{H} \right) \left[1 + 0,55 \left(\frac{H}{H+P} \right)^2 \right]$$

Напор H , см	Кирра баландлиги P , см								
	20	25	30	35	40	50	60	80	100
5.0	0.470	0.466	0.465	0.463	0.462	0.461	0.461	0.460	0.460
5.5	0.465	0.462	0.460	0.458	0.457	0.456	0.455	0.455	0.454
6.0	0.463	0.460	0.456	0.456	0.454	0.452	0.452	0.451	0.451
8.0	0.460	0.452	0.450	0.447	0.445	0.444	0.442	0.441	0.440

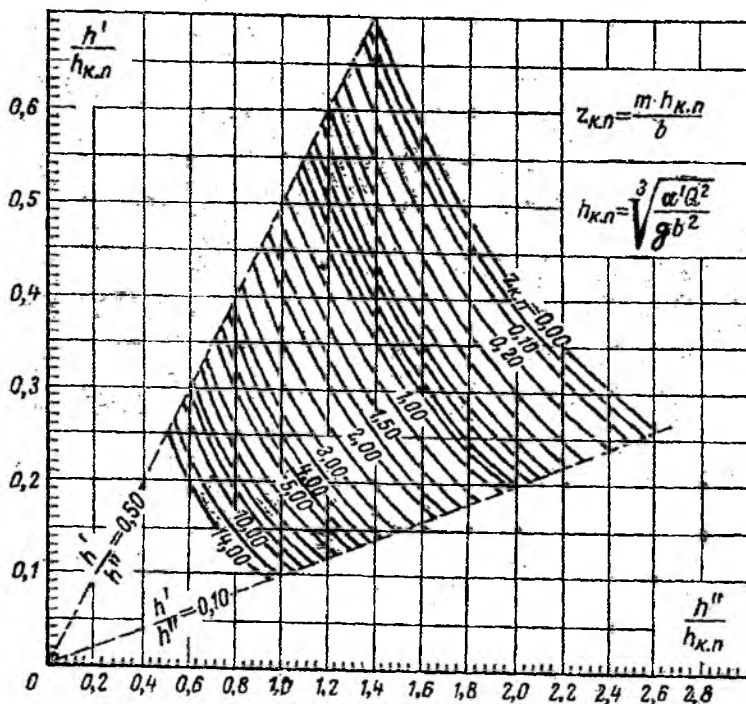
Напор Н, см	Кирра баландлиги Р, см								
	20	25	30	35	40	50	60	80	100
10,0	0,460	0,452	0,448	0,445	0,442	0,440	0,437	0,435	0,434
12,0	0,461	0,452	0,447	0,443	0,440	0,437	0,434	0,432	0,430
14,0	0,463	0,454	0,447	0,443	0,440	0,435	0,433	0,430	0,428
16,0	0,468	0,457	0,450	0,445	0,441	0,436	0,432	0,428	0,426
20,0	0,476	0,464	0,455	0,450	0,445	0,437	0,433	0,428	0,425
26,0	0,488	0,476	0,467	0,457	0,451	0,442	0,436	0,429	0,425
30,0	0,495	0,481	0,470	0,463	0,455	0,446	0,439	0,431	0,426

XXIX жаadwal

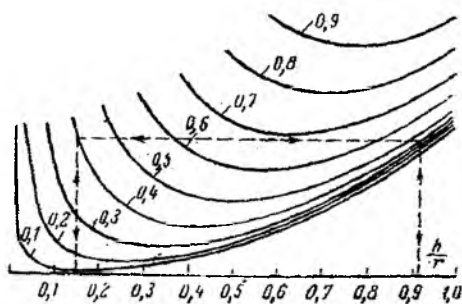
Сув ўтказгич иншоот пастки бѐфидаги туташниш хисоби учун функция

$\Phi(\tau_c)$	τ_c	τ_c				
		$\varphi = 0,80$	$\varphi = 0,85$	$\varphi = 0,90$	$\varphi = 0,95$	$\varphi = 1,00$
0,0044	0,001	0,0501	0,0532	0,0564	0,0696	0,0627
0,0089	0,002	0,0705	0,0740	0,0794	0,0839	0,0884
0,0133	0,003	0,0861	0,0961	0,0971	0,1026	0,1081
0,0177	0,004	0,0990	0,1053	0,1116	0,1179	0,1242
0,0221	0,005	0,1104	0,1174	0,1245	0,1315	0,1386
0,0265	0,006	0,1206	0,1283	0,1360	0,1438	0,1535
0,0309	0,007	0,1299	0,1383	0,1466	0,1549	0,1633
0,0353	0,008	0,1386	0,1475	0,1564	0,1653	0,1742
0,0397	0,009	0,1467	0,1541	0,1636	0,1750	0,1844
0,0441	0,010	0,1543	0,1642	0,1742	0,1841	0,1941
0,0550	0,0125	0,1716	0,1827	0,1938	0,2049	0,2160
0,0660	0,0150	0,1871	0,1993	0,2114	0,2236	0,2357
0,0768	0,175	0,2012	0,2143	0,2274	0,2405	0,2536
0,0877	0,0200	0,2142	0,2282	0,2422	0,2562	0,2702
0,0985	0,0225	0,2263	0,2411	0,2559	0,2707	0,2856
0,1094	0,0250	0,2376	0,2532	0,2688	0,2844	0,3000
0,1201	0,0275	0,2483	0,2646	0,2809	0,2973	0,3136
0,1309	0,030	0,2584	0,2754	0,2954	0,3095	0,3265
0,1523	0,035	0,2771	0,2954	0,3138	0,3321	0,3505
0,1736	0,040	0,2942	0,3137	0,3334	0,3529	0,3724
0,1948	0,045	0,3100	0,3306	0,3513	0,3720	0,3927
0,2159	0,050	0,3246	0,3464	0,3681	0,3899	0,4116
0,2369	0,055	0,3383	0,3610	0,3838	0,4065	0,4293
0,2577	0,060	0,3511	0,3748	0,3985	0,4222	0,4459
0,2784	0,065	0,3633	0,3879	0,4124	0,4370	0,4616
0,2991	0,070	0,3747	0,4002	0,4256	0,4510	0,4765
0,3196	0,075	0,3856	0,4118	0,4381	0,4643	0,4906
0,3399	0,080	0,3959	0,4229	0,4500	0,4770	0,5041
0,3602	0,085	0,4057	0,4335	0,4613	0,4891	0,5169
0,3804	0,090	0,4151	0,4436	0,4721	0,5006	0,5291
0,4004	0,095	0,4240	0,4532	0,4824	0,5116	0,5409
0,4203	0,100	0,4326	0,4625	0,4923	0,5222	0,5521

$\Phi(\tau_c)$	τ_c	τ_c				
		$\varphi = 0,80$	$\varphi = 0,85$	$\varphi = 0,90$	$\varphi = 0,95$	$\varphi = 1,00$
0,4597	0,110	0,4486	0,479	0,5109	0,5420	0,5732
0,4987	0,120	0,4634	0,4957	0,5280	0,5603	0,5927
0,5371	0,130	0,4770	0,5104	0,5438	0,5773	0,6107
0,5752	0,140	0,4896	0,5240	0,5585	0,5930	0,6275
0,6127	0,150	0,5012	0,5366	0,5721	0,6076	0,6431
0,6496	0,160	0,5120	0,5484	0,5847	0,6211	0,6576
0,6861	0,170	0,52220	0,5592	0,5955	0,6337	0,6710
0,7220	0,180	0,5312	0,5693	0,6074	0,6455	0,6836
0,7575	0,190	0,5398	0,5786	0,6175	0,6564	0,6953
0,7924	0,200	0,5478	0,5873	0,6169	0,6666	0,7062
0,8268	0,210	0,5551	0,5954	0,6366	0,6760	0,7164
0,8608	0,220	0,5619	0,6028	0,6437	0,6847	0,7258
0,8941	0,230	0,5681	0,6096	0,6512	0,6928	0,7345
0,9269	0,240	0,5738	0,6159	0,6581	0,7003	0,7446
0,9591	0,250	0,5790	0,6217	0,6644	0,7072	0,7500
0,9908	0,260	0,5838	0,6270	0,6702	0,7235	0,7569
1,0219	0,270	0,5880	0,6317	0,6755	0,7193	0,7631
1,0525	0,280	0,5919	0,6360	0,6802	0,7245	0,7689
1,0825	0,290	0,5954	0,6399	0,6845	0,7293	0,7740
1,1120	0,300	0,5984	0,6434	0,6884	0,7336	0,7787
1,1408	0,310	0,6010	0,6463	0,6918	0,7373	0,7829
1,1690	0,320	0,6033	0,6490	0,6948	0,7406	0,7866
1,1966	0,330	0,6052	0,6512	0,6973	0,7435	0,7898
1,2236	0,340	0,6068	0,6530	0,6994	0,7460	0,7926
1,2500	0,350	0,6080	0,6545	0,7012	0,7480	0,7949
1,2758	0,360	0,6088	0,6556	0,7025	0,7496	0,7967
1,3010	0,370	0,6093	0,6593	0,7035	0,7508	0,7981
0,3255	0,380	0,6095	0,6568	0,7041	0,7516	0,7992
1,3278	0,381	0,6095	0,6568	0,7042	0,7516	0,7992
1,3389	0,386	0,6095	0,6568	0,7043	0,7519	0,7996
1,3493	0,390	0,6094	0,6568	0,7043	0,7520	0,7998
1,3518	0,391	0,6094	0,6568	0,7061	0,7520	0,7998
1,3634	0,396	0,6092	0,6566	0,7043	0,7521	0,8000
1,3726	0,400	0,6090	0,6565	0,7042	0,7520	0,8000
1,3951	0,410	0,6082	0,6559	0,7037	0,7517	0,7998
1,4170	0,420	0,6072	0,6549	0,7029	0,7510	0,7992
1,4382	0,430	0,6058	0,6536	0,7017	0,7499	0,7982
1,4586	0,440	0,6041	0,6521	0,7002	0,7484	0,7968



1-график.



2-график.

Ўзан тубининг тўғри ($i < 0$) нишабиди оқимнинг сатҳ эгрилигини
қуриш учун $\varphi(\eta)$ функцияси қийматлари

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
0,01	-0,00004	0,46	-0,1562	0,90	-1,4026
0,02	-0,0002	0,47	-0,1648	0,905	-1,4489
0,03	-0,0004	0,48	-0,1738	0,910	-1,4980
0,04	-0,0008	0,49	-0,1833	0,915	-1,5501
0,05	-0,0013	0,50	-0,1932	0,920	-0,6057
0,06	-0,0019	0,51	-0,2034	0,925	-0,6653
0,07	-0,0026	0,52	-0,2140	0,930	-0,7293
0,08	-0,0034	0,53	-0,2250	0,935	-1,7984
0,09	-0,0043	0,54	-0,2365	0,940	-1,8734
0,10	-0,0053	0,55	-0,2485	0,945	-1,9554
0,11	-0,0065	0,56	-0,2610	0,950	-2,0457
0,12	-0,0078	0,57	-0,2740	0,955	-2,1461
0,13	-0,0092	0,58	-0,2875	0,960	-2,2589
0,14	-0,0108	0,59	-0,3015	0,965	-2,3874
0,15	-0,0125	0,60	-0,3162	0,970	-2,5366
0,16	-0,0144	0,61	-0,3315	0,972	-2,6036
0,17	-0,0164	0,62	-0,3475	0,974	-2,6757
0,18	-0,0185	0,63	-0,3642	0,976	-2,7537
0,19	-0,0207	0,64	-0,3816	0,978	-2,8387
0,20	-0,0231	0,65	-0,3998	0,980	-2,9320
0,21	-0,0257	0,66	-0,4188	0,982	-3,0354
0,22	-0,0285	0,67	-0,4387	0,984	-3,1312
0,23	-0,0314	0,68	-0,4595	0,986	-3,2827
0,24	-0,0345	0,69	-0,4812	0,988	-3,4348
0,25	-0,0377	0,70	-0,5040	0,990	-3,6152
0,26	-0,0411	0,71	-0,5279	0,992	-3,8363
0,27	-0,0447	0,72	-0,5530	0,994	-4,1220
0,28	-0,0485	0,73	-0,5794	0,996	-4,5255
0,29	-0,0525	0,74	-0,6071	0,998	-5,2167
0,30	-0,0567	0,75	-0,6363	0,999	-5,9088
0,31	-0,0611	0,76	-0,6671	1,001	-5,9068
0,32	-0,0657	0,77	-0,6997	1,002	-5,2126
0,33	-0,0705	0,78	-0,7342	1,003	-4,8062
0,34	-0,0755	0,79	-0,7707	1,004	-4,5175
0,35	-0,0808	0,80	-0,8094	1,005	-4,2933
0,36	-0,0863	0,81	-0,8507	1,006	-4,1100
0,37	-0,9220	0,82	-0,8948	1,007	-3,3948
0,38	-0,0980	0,83	-0,9420	1,008	-3,8203
0,39	-0,1043	0,84	-0,9926	1,009	-3,7015
0,40	-0,1108	0,85	-1,0471	1,010	-3,5952
0,41	0,1176	0,86	-0,1061	1,012	-3,4111
0,42	-0,1247	0,87	-0,1702	1,014	-3,2547

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
0,43	-0,1321	0,88	-0,2402	1,016	-3,1192
0,44	-0,1398	0,89	-0,3173		
0,45	-0,1478				
1,018	-2,9994	1,37	0,3757	4,8	6,1350
1,020	-2,8920	1,38	0,4124	4,9	6,2610
1,022	-2,7947	1,39	0,4448	5,0	6,3863
1,024	-2,7057	1,40	K0,4837	2	6,6351
1,026	-2,6237	1,41	K0,5184	4	6,8816
1,028	-2,5476	1,42	K0,5525	6	7,1261
1,030	-2,4766	1,43	0,5860	5,8	7,3686
1,040	-2,1789	1,44	0,6190	6,0	7,6094
1,045	-2,0561	1,45	0,6515	2	7,8487
1,050	-1,9457	1,46	0,6835	4	8,0863
1,055	-1,8454	1,47	0,7150	6	8,3228
1,060	-1,7534	1,48	0,7460	6,8	8,5579
1,065	-1,6684	1,49	0,7766	7,0	8,7918
1,070	-1,5893	1,50	0,8069	2	9,0246
1,075	-1,5153	1,60	1,0892	4	9,2563
1,080	-1,4457	1,70	1,3433	6	9,4871
1,085	-1,3801	1,80	1,5769	7,8	9,7169
1,090	-1,3180	1,9	1,7946	8,0	9,9459
1,095	-1,2589	2,0	2,000	8,2	10,1741
1,100	-1,2026	2,1	2,1953	8,4	10,4015
1,11	-1,0973	2,2	2,3823	8,6	10,6281
1,12	-1,0003	2,3	2,5624	8,8	10,8541
1,13	-0,9102	2,4	2,7365	9,0	11,0794
1,14	-0,8261	2,5	2,9055	9,2	11,3041
1,15	-0,7471	2,6	3,0700	9,4	11,5283
1,16	-0,6726	2,7	3,2306	9,6	11,7518
1,17	-0,6020	2,8	3,3878	9,8	11,9748
1,18	-0,5348	2,9	3,5420	10,0	12,1672
1,19	-0,4707	3,0	3,6934	10,5	12,7513
1,20	-0,4094	3,1	3,8419	11,0	13,3026
1,21	-0,3506	3,2	3,9885	11,5	13,8514
1,22	-0,2941	3,3	4,1329	12,0	14,3979
1,23	-0,2397	3,4	4,2755	12,5	14,9424
1,24	-0,1871	3,5	4,4163	13,0	15,4849
1,25	-0,1363	3,6	4,5555	13,5	16,0257
1,26	-0,0871	3,7	4,6932	14,0	16,5649
1,27	-0,0393	3,8	4,8296	14,5	17,1027
1,28	K0,0069	3,9	4,9647	15,0	17,6391
1,29	0,0520	4,0	5,0986	15,5	18,1742
1,30	K0,0959	1	5,2314	16,0	18,7081
1,31	0,1387	2	5,3632	16,5	19,2408
1,32	0,1805	3	5,4939	17,0	19,7726
1,33	0,2213	4	5,6238	17,5	20,3034
1,34	0,2612	5	5,7528	18,0	20,8332

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
1,35	0,3002	6	5,8809	18,5	21,3622
1,36	0,3383	4,7	6,0083	19,0	21,8904
19,5	22,4178	31,0	34,4012	43,0	46,7377
20,0	22,9444	32,0	35,4340	44,0	47,7612
21,0	23,9957	33,0	36,4657	45,0	48,7842
22,0	25,0445	34,0	37,4969	46,0	49,8067
23,0	26,0910	35,0	38,5264	47,0	50,8287
24,0	27,1352	36,0	39,5554	48,0	51,8502
25,0	28,1881	37,0	40,5835	49,0	52,8712
26,0	29,2189	38,0	41,6109	50,0	53,8918
27,0	30,2581	39,0	42,6376	60,0	64,0775
28,0	31,2958	40,0	43,6636	65,0	69,1589
29,0	32,3322	41,0	44,6889	70,0	74,2341
30,0	33,3673	42,0	45,7136	80,0	84,3695
				90,0	94,4886

XXXI жадвал

Тубнинг айланма ($i < 0$) нишабида лойкали оқим эгри депрессиясини
қуриш учун $\varphi(\eta)$ функцияси

η	$\varphi'(\eta)$	η	$\varphi'(\eta)$	η	$\varphi'(\eta)$
0,010	-0,00005	0,16	-0,0116	0,40	-0,0635
0,015	-0,0001	0,17	-0,0130	0,41	-0,0664
0,020	-0,0002	0,18	-0,0144	0,42	-0,0693
0,025	-0,0003	0,19	-0,0160	0,43	-0,0723
0,030	-0,0004	0,20	-0,0177	0,44	-0,0754
0,035	-0,0006	0,21	-0,0194	0,45	-0,0785
0,040	-0,0008	0,22	-0,0212	0,46	-0,0816
0,045	-0,0010	0,23	-0,0230	0,47	-0,0847
0,050	-0,0012	0,24	-0,0249	0,48	-0,0879
0,055	-0,0014	0,25	-0,0269	0,49	-0,0912
0,060	-0,0017	0,26	-0,0289	0,50	-0,0945
0,065	-0,0020	0,27	-0,0310	0,51	-0,0979
0,070	-0,0024	0,28	-0,0331	0,52	-0,1013
0,075	-0,0027	0,29	-0,0353	0,53	-0,1047
0,080	-0,0030	0,30	-0,0376	0,54	-0,1082
0,085	-0,0034	0,31	-0,0400	0,55	-0,1117
0,090	-0,0038	0,32	-0,0424	0,56	-0,1153
0,095	-0,0042	0,33	-0,0448	0,57	-0,1189
0,10	-0,0047	0,34	-0,0473	0,58	-0,1226
0,11	-0,0057	0,35	-0,0499	0,59	-0,1263
0,12	-0,0067	0,36	-0,0525	0,60	-0,1300
0,13	-0,0078	0,37	-0,0552	0,61	-0,1338
0,14	-0,0090	0,38	-0,0579	0,62	-0,1376
0,15	-0,0102	0,39	-0,0607	0,63	-0,1414
0,64	-0,1453	1,3	-0,4671	14,0	-11,2920
0,65	-0,1492	1,4	-0,5245	14,5	-11,7592

η	$\varphi'(\eta)$	η	$\varphi'(\eta)$	η	$\varphi'(\eta)$
0,66	-0,1532	1,5	-0,5837	15,0	-12,2274
0,67	-0,1572	1,6	-0,6445	15,5	-12,6966
0,68	-0,1612	1,7	-0,7068	16,0	-13,1668
0,69	-0,1653	1,8	-0,7704	16,5	-13,6378
0,70	-0,1694	1,9	-0,8353	17,0	-14,1096
0,71	-0,1735	2,0	-0,9014	17,5	-14,5822
0,72	-0,1777	1	-0,9686	18,0	-15,0556
0,73	-0,1819	2	-1,0369	18,5	-15,5297
0,74	-0,1861				
0,75	-0,1904	3	-0,1061	19,0	-16,0043
0,76	-0,1947	4	-0,1762	19,5	-16,4796
0,77	-0,1990	5	-0,2472	20,0	-16,9555
0,78	-0,2034	6	-0,3191	21,0	-17,9090
0,79	-0,2078	7	-0,3917	22,0	-18,8645
0,80	-0,2122	8	-0,4650	23,0	-19,8220
0,81	-0,2167	9	-0,5390	24,0	-20,7811
0,82	-0,2212	3,0	-1,6137	25,0	-21,7419
0,83	-0,2257	3,5	-1,9959	26,0	-22,7042
0,84	-0,2302	4,0	-2,3906	27,0	-23,6678
0,85	-0,2348	4,5	-2,7953	28,0	-24,6327
0,86	-0,2394	5,0	-3,2082	29,0	-25,5988
0,87	-0,2440	5,5	-3,6282	30,0	-26,5660
0,88	-0,2487	6,0	-4,0541	31,0	-27,5342
0,89	-0,2534	6,5	-4,4851	32,0	-28,5035
0,90	-0,2581	7,0	-4,9206	33,0	-29,4737
0,90	-0,2581	7,5	-5,3599	34,0	-30,4447
0,91	-0,2629	8,0	-5,8028	35,0	-31,4165
0,92	-0,2677	8,5	-6,2487	36,0	-32,3891
0,93	-0,2725	9,0	-6,6974	37,0	-33,3625
0,94	-0,2773	9,5	-7,1486	38,0	-34,3365
0,95	-0,2822	10,0	-7,6021	39,0	-35,3111
0,96	-0,2871	10,5	-8,0577	40,0	-36,2864
0,97	-0,2920	11,0	-8,5151	41,0	-37,2623
0,98	-0,2969	11,5	-8,9743	42,0	-38,2388
0,99	-0,3019	12,0	-9,4351	43,0	-39,2158
1,0	-0,3069	12,5	-9,8973	44,0	-40,1933
1,1	-0,3581	13,0	-10,3609	45,0	-41,1713
1,2	-0,4116	13,5	-10,8259	46,0	-42,1498
				47,0	-43,1288

3/2 даражали сонлар қиймати

1/100	Бутун сонлар										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
00	0,000	1,000	2,828	5,196	8,000	11,18	14,70	18,52	22,63	27,00	31,62
05	0,0111	1,076	2,935	5,327	8,150	11,34	14,88	18,71	22,84	27,22	31,85
10	0,0316	1,153	3,043	5,458	8,301	11,51	15,06	18,90	23,05	27,45	32,09
15	0,0580	1,232	3,152	5,591	8,454	11,68	15,24	19,10	23,25	27,67	32,33
20	0,0632	1,313	3,263	5,725	8,607	11,85	15,43	19,31	23,47	27,90	32,57
25	0,1250	1,397	3,375	5,859	8,761	12,03	15,62	19,52	23,69	28,13	32,81
30	0,1643	1,482	3,488	5,994	8,916	12,22	15,81	19,72	23,91	28,36	33,05
35	0,2070	1,568	3,602	6,131	9,072	12,37	16,00	19,92	24,12	28,59	33,29
40	0,2530	1,656	3,178	6,269	9,229	12,54	16,19	20,12	24,34	28,82	33,53
45	0,3018	1,746	3,834	6,408	9,387	12,72	16,78	20,33	24,56	29,56	33,77
50	0,3535	1,837	3,953	6,548	9,546	12,89	16,57	20,54	24,78	29,28	34,02
55	0,4079	1,930	4,072	6,689	9,076	13,06	16,76	20,74	25,00	29,51	34,26
60	0,4647	2,024	4,192	6,831	9,867	13,24	16,95	20,95	25,22	29,75	34,51
65	0,5240	2,120	4,314	6,974	10,03	13,42	17,42	21,16	25,44	29,98	34,75
70	0,5856	2,217	4,436	7,117	10,19	13,60	17,34	21,37	25,65	30,22	35,00
75	0,6495	2,315	4,560	7,261	10,35	13,78	17,53	21,5	25,89	30,49	35,24
80	0,7155	2,414	4,685	7,407	10,51	13,96	17,72	21,79	26,11	30,68	35,49
85	0,7836	2,516	4,811	7,554	10,68	14,14	17,92	22,00	26,33	30,92	35,73
90	0,8538	2,619	4,939	7,702	10,84	14,32	18,12	22,21	26,56	31,15	35,98
95	0,9259	2,723	5,067	7,851	11,01	14,51	18,32	22,42	26,78	31,39	36,23

**Р.М.КАРИМОВ УСУЛИДА КАНАЛЛАРНИ ЛОЙИХАЛАШТИРИШДА
ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН АСОСИЙ ЖАДВАЛЛАР**

XXXIII жадвал

$0,159 = \frac{Qn}{\sqrt{j}}$ функциядаги R_0 ва $\nu_0 \frac{n}{\sqrt{j}}$ катталиклар кийматлари, бунда $0,159 = \frac{1}{2\pi}$

R_0	$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{j}}$	$\nu_0 \frac{n}{\sqrt{j}}$	R_0	$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{j}}$	$\nu_0 \frac{n}{\sqrt{j}}$	R_0	$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{j}}$	$\nu_0 \frac{n}{\sqrt{j}}$	R_0	$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{j}}$	$\nu_0 \frac{n}{\sqrt{j}}$	R_0	$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{j}}$	$\nu_0 \frac{n}{\sqrt{j}}$
0,025	0,000047	0,07561	30	0,04233	0,4405	82	0,5852	0,8703	55	3,265	1,359	60	31,770	2,451
30	0,000077	0,08590	31	0,04233	0,4405	82	0,5852	0,8703	55	3,265	1,359	60	31,770	2,451
35	0,000117	0,09569	32	0,04612	0,4504	84	0,6245	0,8851	60	3,557	1,390	70	34,209	2,499
40	0,000168	0,1053	33	0,05012	0,4602	86	0,6655	0,8998	65	3,866	1,420	80	36,763	2,546
45	0,000232	0,1141	34	0,05432	0,4699	88	0,7081	0,9144	70	4,190	1,450	90	39,434	2,583
0,050	0,000307	0,1228	35	0,05875	0,4796	90	0,7724	0,9289	1,75	4,531	1,480	4,00	42,224	2,439
55	0,000397	0,1313	36	0,06339	0,4891	92	0,7984	0,9433	80	4,889	1,509	20	48,170	2,731
60	0,000502	0,1395	37	0,06826	0,4986	94	0,8461	0,9676	85	5,265	1,638	40	54,616	2,821
65	0,000624	0,1476	38	0,07335	0,5080	96	0,8956	0,9718	90	5,658	1,567	60	61,581	2,910
70	0,000762	0,1554	39	0,07868	0,5173	98	0,9469	0,9860	95	6,069	1,596	80	69,080	2,998
0,075	0,000918	0,1631	40	0,08425	0,5266	1,00	1,0000	1,0000	2,00	6,498	1,625	5,00	77,129	3,085
80	0,00109	0,1707	41	0,09006	0,5357	02	1,055	1,040	05	6,946	1,653	25	87,989	3,192
85	0,00129	0,1781	42	0,09611	0,5449	04	1,112	1,028	10	7,412	1,681	50	99,755	3,298
90	0,00150	0,1853	43	0,1024	0,5539	06	1,170	1,042	15	7,899	1,709	75	112,49	3,402
95	0,00174	0,1925	44	0,1085	0,5629	08	1,231	1,055	20	8,405	1,737	6,00	126,18	3,505
0,100	0,00200	0,1995	45	0,1158	0,5718	1,10	1,294	1,069	2,25	8,931	1,764	25	140,89	3,607
110	0,00258	0,2133	46	0,1229	0,5807	12	1,358	1,083	30	9,477	1,792	50	156,63	3,707
120	0,00326	0,2257	47	0,1302	0,5895	14	1,424	1,096	35	10,144	1,819	75	173,42	3,806
130	0,00405	0,2398	48	0,1378	0,5982	16	1,493	1,110	40	10,631	1,846	7,00	191,32	3,905
140	0,00495	0,2525	49	0,1457	0,6069	18	1,563	1,123	45	11,240	1,873	25	210,34	4,002
0,150	0,00596	0,2650	0,50	0,1539	0,6156	1,20	1,636	1,136	2,50	11,870	1,899	50	230,50	4,098
160	0,00710	0,2773	52	0,1711	0,6327	22	1,711	1,149	55	12,522	1,926	75	251,83	4,193
170	0,00836	0,2893	54	0,1894	0,6497	24	1,788	1,163	60	13,196	1,952	8,00	274,37	4,287
180	0,00976	0,3011	56	0,2090	0,6664	26	1,866	1,176	65	13,892	1,978	50	323,17	4,473

R_0	$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{f}}$	$\nu_0 \frac{n}{\sqrt{f}}$	R_0	$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{f}}$	$\nu_0 \frac{n}{\sqrt{f}}$	R_0	$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{f}}$	$\nu_0 \frac{n}{\sqrt{f}}$	R_0	$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{f}}$	$\nu_0 \frac{n}{\sqrt{f}}$	R_0	$0,159 \frac{Qn}{\sqrt{f}}$	$\nu_0 \frac{n}{\sqrt{f}}$
190	0,01129	0,3127	58	0,2298	0,6830	28	1,948	1,189	70	14,611	2,004	9,00	377,10	4,656
0,200	0,01297	0,3241	0,60	0,2518	0,6994	1,30	2,031	1,202	2,75	15,353	2,030	50	436,37	4,835
210	0,01479	0,3354	62	0,2751	0,7156	32	2,116	1,215	80	16,119	2,056	10,00	501,19	5,012
220	0,01677	0,3465	64	0,2997	0,7317	34	2,204	1,227	85	16,908	2,082			
230	0,01891	0,3575	66	0,3257	0,7476	36	2,294	1,240	90	17,721	2,107			
240	0,02121	0,3683	68	0,3530	0,7634	38	2,386	1,253	95	18,558	2,132			
0,250	0,02368	0,3789	0,70	0,3817	0,7791	1,40	2,481	1,266	3,00	19,419	2,158			
260	0,02633	0,3895	72	0,4119	0,7946	42	2,577	1,278	10	21,217	2,208			
270	0,02915	0,3999	74	0,4435	0,8100	44	2,677	1,291	20	23,116	2,257			
280	0,03216	0,4102	76	0,4767	0,8252	46	2,778	1,303	30	25,118	2,307			
290	0,03536	0,4204	78	0,5113	0,8404	48	2,882	1,316	40	27,227	2,355			

XXXIV-жадвал

$\bar{x}$ функцияда R/R_0 , ν/ν_0 , ω/R_0^2 ва x/R_0 нисбий катталиклар

$\bar{x}$	R/R_0	ν/ν_0	ω/R_0^2	x/R_0	$\bar{x}$	R/R_0	ν/ν_0	ω/R_0^2	x/R_0	$\bar{x}$	R/R_0	ν/ν_0	ω/R_0^2	x/R_0
6,28	1,000	1,000	6,283	6,283	10,40	0,830	0,878	7,150	8,630	18,40	0,672	0,757	8,301	12,358
30	0,999	0,999	6,288	6,294	60	0,824	0,873	7,196	8,734	60	0,669	0,755	8,325	12,444
40	0,993	0,995	6,313	6,357	80	0,818	0,869	7,230	8,837	80	0,666	0,753	8,348	12,528
6,50	0,988	0,991	6,338	6,418	11,00	0,813	0,865	7,265	8,939	19,00	0,664	0,751	8,371	12,661
60	0,982	0,987	6,364	6,481	20	0,807	0,861	7,299	9,042	20	0,661	0,749	8,393	12,694
70	0,976	0,983	6,389	6,547	40	0,802	0,857	7,332	9,143	40	0,659	0,747	8,416	12,778
80	0,971	0,980	6,413	6,604	60	0,797	0,853	7,366	9,256	60	0,656	0,745	8,438	12,860
90	0,966	0,976	6,438	6,665	80	0,792	0,849	7,398	9,343	80	0,654	0,743	8,461	12,943
7,00	0,961	0,972	6,462	6,725	12,00	0,787	0,846	7,430	9,443	20,00	0,651	0,741	8,483	13,025
10	0,956	0,969	6,486	6,786	20	0,782	0,842	7,463	9,542	25	0,648	0,738	8,510	13,127
20	0,951	0,965	6,509	6,846	40	0,777	0,838	7,494	9,640	50	0,645	0,736	8,537	13,229
30	0,946	0,962	6,532	6,905	60	0,773	0,835	7,525	9,737	75	0,642	0,734	8,564	13,331

$\bar{x}$	R/R_0	ν/ν_0	ω/R_0^2	χ/R_0	$\bar{x}$	R/R_0	ν/ν_0	ω/R_0^2	χ/R_0	$\bar{x}$	R/R_0	ν/ν_0	ω/R_0^2	χ/R_0
40	0,941	0,958	6,555	6,965	80	0,768	0,832	7,556	9,834	21,00	0,640	0,731	8,589	13,427
7,50	0,937	0,955	6,579	7,024	13,00	0,764	0,828	7,587	9,931	25	0,637	0,729	8,618	13,533
60	0,932	0,952	6,601	7,083	20	0,760	0,825	7,617	10,027	50	0,634	0,727	8,644	13,633
70	0,927	0,949	6,623	7,141	40	0,755	0,822	7,647	10,123	75	0,631	0,725	8,669	13,732
80	0,923	0,945	6,645	7,200	60	0,751	0,819	7,676	10,217	22,00	0,629	0,723	8,695	13,831
90	0,919	0,943	6,665	7,255	80	0,747	0,815	7,505	10,311	25	0,626	0,720	8,721	13,930
8,00	0,914	0,939	6,689	7,315	14,00	0,743	0,812	7,734	10,405	50	0,623	0,718	8,746	14,028
10	0,910	0,936	6,711	7,373	20	0,739	0,809	7,762	10,499	75	0,621	0,716	8,771	14,127
20	0,906	0,933	6,732	7,430	40	0,736	0,807	7,791	10,592	23,00	0,618	0,714	8,796	14,224
30	0,902	0,930	6,753	7,487	60	0,732	0,804	7,818	10,684	25	0,616	0,712	8,821	14,321
40	0,898	0,927	6,774	7,543	80	0,728	0,801	7,846	10,746	50	0,614	0,710	8,845	14,417
8,50	0,894	0,925	6,796	7,600	15,00	0,724	0,798	7,874	10,868	75	0,611	0,708	8,870	14,514
60	0,890	0,922	6,816	7,656	20	0,721	0,795	7,900	10,958	24,00	0,609	0,706	8,893	14,610
70	0,886	0,919	6,836	7,712	40	0,717	0,793	7,927	11,049	25	0,606	0,705	8,917	14,704
80	0,883	0,916	6,856	7,768	60	0,714	0,790	7,953	11,138	50	0,604	0,703	8,941	14,801
90	0,879	0,914	6,877	7,823	80	0,711	0,787	7,980	11,228	75	0,602	0,701	8,964	14,895
9,00	0,875	0,911	6,897	7,879	16,00	0,707	0,785	8,006	11,312	25,00	0,600	0,699	8,988	14,990
10	0,872	0,908	6,917	7,934	20	0,704	0,782	8,032	11,407	50	0,595	0,695	9,037	15,178
20	0,868	0,906	6,936	7,988	40	0,701	0,780	8,057	11,495	26,00	0,591	0,692	9,071	15,364
30	0,865	0,903	6,956	8,043	60	0,698	0,777	8,083	11,583	50	0,587	0,689	9,125	15,550
40	0,861	0,901	6,975	8,097	80	0,695	0,775	8,108	11,671	27,00	0,583	0,685	9,169	15,734
9,50	0,858	0,898	6,994	8,151	17,00	0,692	0,773	8,133	11,758	50	0,579	0,682	9,213	15,917
60	0,855	0,896	7,013	8,206	20	0,689	0,770	8,158	11,846	28,00	0,575	0,679	9,256	16,099
70	0,851	0,894	7,032	8,259	40	0,686	0,768	8,207	11,914	50	0,571	0,676	9,299	16,279
80	0,848	0,891	7,051	8,312	60	0,683	0,766	8,207	12,019	29,00	0,568	0,673	9,341	16,458
90	0,845	0,889	7,069	8,366	80	0,680	0,763	8,231	12,104	50	0,564	0,670	9,382	16,636
10,00	0,842	0,886	7,088	8,419	18,00	0,677	0,761	8,254	12,189	30,00	0,560	0,667	9,423	16,813
20	0,836	0,882	7,124	8,524	20	0,674	0,759	8,278	12,274					

$\beta^* = \frac{b}{h}$	$\bar{\chi}$ - белги						
	$m=0$	$m=0,5$	$m=1,0$	$m=1,5$	$m=2,0$	$m=2,5$	$m=3,0$
0	-	10,0	8,0	8,67	10,00	11,60	13,33
0,2	24,20	8,48	7,64	8,52	9,92	11,55	13,30
0,4	14,40	7,72	7,44	8,45	9,89	11,54	13,30
0,6	11,27	7,31	7,35	8,42	9,90	11,55	13,32
0,8	9,80	7,09	7,31	8,44	9,93	11,59	13,36
1,0	9,00	6,98	7,33	8,48	9,98	11,65	13,41
1,2	8,53	6,95	7,38	8,55	10,05	11,72	13,48
1,4	8,26	6,96	7,45	8,64	10,14	11,80	13,56
1,6	8,10	7,01	7,54	8,74	10,24	11,90	13,65
1,8	8,02	7,08	7,65	8,85	10,35	12,01	13,75
2,0	8,00	7,20	7,77	8,98	10,47	12,12	13,86
2,5	8,10	7,48	8,11	9,32	10,80	12,43	14,16
3,0	8,33	7,84	8,49	9,70	11,17	12,78	14,49
3,5	8,64	8,23	8,90	10,10	11,56	13,16	16,85
4,0	9,00	8,64	9,33	10,52	11,96	13,55	15,23
5,0	9,80	9,52	10,21	11,39	12,82	14,38	16,03
6,0	10,67	10,43	11,13	12,30	13,71	15,25	16,88
7,0	11,57	11,37	12,07	13,23	14,62	16,15	17,76
8,0	12,50	12,33	13,03	14,18	15,56	17,06	18,65
9,0	13,44	13,29	13,99	15,13	16,50	17,99	19,57
10,0	14,40	14,26	14,96	16,10	17,45	18,94	20,50
15,0	19,30	19,10	19,80	20,90	22,24	23,65	25,26
20,0	24,15	24,00	24,75	25,80	27,13	28,50	30,12

Трапециадал кесимлар учун $\bar{\chi} = f(\beta, m)$ функция кийматлари XXXVI-жадвал

$\beta^* = \frac{B}{h}$	$\bar{\chi}$ - белги						
	$m=0$	$m=0,5$	$m=1,0$	$m=1,5$	$m=2,0$	$m=2,5$	$m=3,0$
2,0	8,00	6,98	-	-	-	-	-
2,5	8,10	6,99	7,39	-	-	-	-
3,0	8,33	7,20	7,33	8,67	-	-	-
3,5	8,64	7,48	7,50	8,43	-	-	-
4,0	9,00	7,84	7,77	8,48	10,00	-	-
5,0	9,80	8,64	8,49	8,98	9,98	11,60	-
6,0	10,67	9,52	9,33	9,70	10,47	11,65	13,33
7,0	11,57	10,43	10,21	10,52	11,17	12,12	13,41
8,0	12,50	11,37	11,13	11,39	11,96	12,78	13,86
9,0	13,44	12,33	12,07	12,30	12,82	13,55	14,49
10,0	14,40	13,29	13,03	13,23	13,71	14,38	15,23
11,0	15,36	14,26	13,99	14,18	14,62	15,25	16,03
12,0	16,33	15,24	14,96	15,13	15,56	16,15	16,88
13,0	17,31	16,22	15,95	16,10	16,50	17,06	17,76
14,0	18,29	17,20	16,93	17,08	17,45	17,99	18,65
15,0	19,27	18,20	17,91	18,05	18,39	18,94	19,57

$\bar{\chi}$	R/R_0	v/v_0	ω/R_0^2	χ/R_0	$m = 0,0$		$m = 0,5$		$m = 1,0$		$m = 1,5$		$m = 2,0$		$m = 2,5$		$m = 3,0$	
					h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
6,94	0,964	0,974	6,450	6,690			1,924	2,382							$\bar{\chi} = \frac{(\beta' + m')^2}{\beta' + m}$			
7,00	0,961	0,972	6,462	6,725			1,764	2,781										
10	0,956	0,969	6,486	6,786			1,665	3,063										
20	0,951	0,965	6,509	6,846			1,600	3,268										
30	0,946	0,962	6,532	6,905			1,550	3,439										
31	0,945	0,961	6,536	6,913			-	-	1,890	1,567								
40	0,941	0,958	6,555	6,965			1,509	3,594	1,678	2,225								
50	0,937	0,955	6,579	7,024			1,472	3,732	1,605	2,492								
60	0,932	0,952	6,601	7,083			1,441	3,862	1,552	2,705								
70	0,927	0,949	6,623	7,141			1,413	3,983	1,508	2,887								
80	0,923	0,945	6,645	7,200			1,386	4,098	1,470	3,048								
90	0,919	0,943	6,665	7,255			1,363	4,210	1,439	3,199								
8,00	0,914	0,939	6,689	7,315	18,29	3,658	1,342	4,316	1,409	3,337								
10	0,910	0,936	6,711	7,373	1,638	4,096	1,322	4,419	1,384	3,469								
20	0,906	0,933	6,732	7,430	1,568	4,295	1,302	4,516	1,360	3,593								
30	0,902	0,930	6,753	7,487	1,516	4,456	1,285	4,616	1,338	3,711								
40	0,898	0,927	6,774	7,543	1,475	4,596	1,268	4,707	1,317	3,825								
42	0,897	0,927	6,778	7,557	-	-	-	-	-	1,792	1,086							
50	0,894	0,925	6,796	7,600	1,440	4,723	1,253	4,800	1,298	3,934	1,632	1,715						
60	0,890	0,922	6,816	7,656	1,408	4,839	1,237	4,889	1,281	4,041	1,556	2,043						
70	0,886	0,919	6,836	7,712	1,381	4,950	1,223	4,976	1,264	4,143	1,504	2,289						
80	0,883	0,916	6,856	7,768	1,357	5,056	1,209	5,061	1,249	4,246	1,463	2,495						
90	0,879	0,914	6,877	7,823	1,334	5,156	1,197	5,148	1,234	4,343	1,428	2,677						
9,00	0,875	0,911	6,897	7,879	1,313	5,252	1,185	5,233	1,219	4,436	1,397	2,842						
10	0,872	0,908	6,917	7,934	1,294	5,346	1,173	5,311	1,207	4,531	1,370	2,995						
20	0,868	0,906	6,936	7,978	1,276	5,439	1,162	5,393	1,194	4,623	1,346	3,139						
30	0,865	0,903	6,956	8,043	1,259	5,526	1,150	5,468	1,181	4,711	1,323	3,273						
40	0,861	0,901	6,975	8,097	1,243	5,611	1,141	5,550	1,169	4,796	1,302	3,400						

$\bar{x}$	R/R_0	ν/ν_0	ω/R_0^2	χ/R_0	$m = 0,0$		$m = 0,5$		$m = 1,0$		$m = 1,5$		$m = 2,0$		$m = 2,5$		$m = 3,0$	
					h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0
50	0,858	0,898	6,994	8,151	1,228	5,694	1,130	5,625	1,158	4,885	1,284	3,523	-	-	-	-	-	-
60	0,855	0,896	7,012	8,206	1,210	5,791	1,120	5,698	1,147	4,968	1,267	3,642	-	-	-	-	-	-
70	0,851	0,894	7,032	8,259	1,198	5,845	1,111	5,777	1,137	5,052	1,249	3,753	-	-	-	-	-	-
9,80	0,848	0,891	7,051	8,312	1,185	5,953	1,102	5,849	1,126	5,134	1,423	3,865	-	-	-	-	-	-
89	0,845	0,889	7,067	8,363	-	-	-	-	-	-	-	-	1,691	0,996	-	-	-	-
90	0,845	0,889	7,069	8,366	1,175	6,013	1,093	5,921	1,116	5,212	1,219	3,971	1,634	1,056	-	-	-	-
10,00	0,842	0,886	7,088	8,419	1,164	6,092	1,084	5,994	1,107	5,291	1,206	4,075	1,523	1,608	-	-	-	-
20	0,836	0,882	7,124	8,524	1,142	6,243	1,068	6,136	1,090	5,449	1,179	4,273	1,423	2,162	-	-	-	-
40	0,830	0,878	7,160	8,630	1,121	6,388	1,053	6,277	1,073	5,601	1,156	4,464	1,366	2,509	-	-	-	-
60	0,824	0,873	7,196	8,734	1,102	6,532	1,038	6,411	1,056	5,749	1,134	4,644	1,308	2,880	-	-	-	-
80	0,818	0,869	7,230	8,837	1,084	6,667	1,024	6,547	1,042	5,895	1,114	4,820	1,268	3,167	-	-	-	-
11,00	0,813	0,865	7,265	8,939	1,068	6,805	1,012	6,682	1,029	6,040	1,096	4,993	1,234	3,424	-	-	-	-
20	0,807	0,861	7,299	9,042	1,053	6,941	0,999	6,806	1,015	6,175	1,078	5,055	1,203	3,662	-	-	-	-
40	0,802	0,857	7,332	9,143	1,038	7,070	0,987	6,933	1,008	6,315	1,062	5,317	1,176	3,883	-	-	-	-
54	0,798	0,854	7,355	9,216	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,595	0,613	-	-
60	0,797	0,853	7,366	9,246	1,024	7,021	0,975	7,060	0,991	6,450	1,046	5,473	1,151	4,094	1,487	1,234	-	-
80	0,792	0,849	7,398	9,343	1,010	7,324	0,954	7,184	0,979	6,581	1,032	5,624	1,129	4,293	1,379	1,917	-	-
12,00	0,787	0,846	7,430	9,443	0,998	7,448	0,955	7,310	0,968	6,713	1,018	5,774	1,109	4,485	1,317	2,355	-	-
20	0,782	0,842	7,463	9,542	0,986	7,568	0,944	7,427	0,957	6,842	1,005	5,918	1,090	4,670	1,269	2,707	-	-
40	0,777	0,838	7,494	9,640	0,974	7,689	0,936	7,554	0,947	6,966	0,993	6,061	1,072	4,843	1,228	3,005	-	-
60	0,773	0,835	0,725	9,737	0,964	7,812	0,926	7,670	0,937	7,088	0,981	6,200	1,056	5,016	1,210	3,318	-	-
80	0,768	0,832	7,556	9,834	0,954	7,932	0,917	7,785	0,928	7,216	0,970	6,338	1,040	5,181	1,170	3,536	-	-
13,00	0,764	0,828	7,587	9,931	0,943	8,042	0,908	7,903	0,919	7,338	0,959	6,473	1,026	5,343	1,144	3,768	-	-
20	0,760	0,825	7,617	10,027	0,934	8,162	0,900	8,018	0,910	7,456	0,949	6,609	1,012	5,498	1,122	3,989	-	-
30	0,757	0,823	7,632	10,077	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,514	0,492
40	0,755	0,822	7,647	10,123	0,925	8,278	0,892	8,131	0,902	7,577	0,939	6,671	0,997	5,669	1,101	4,194	1,390	1,333
60	0,751	0,819	7,776	10,217	0,915	8,385	0,884	8,235	0,894	7,696	0,929	6,867	0,987	5,805	1,082	4,493	1,308	1,947
80	0,747	0,815	7,705	10,311	0,906	8,495	0,877	8,351	0,886	7,813	0,921	6,998	0,975	5,948	1,064	4,582	1,255	2,374
14,00	0,743	0,812	7,734	10,405	0,899	8,611	0,870	8,464	0,879	7,927	0,911	7,119	0,964	6,093	1,048	4,767	1,215	2,723
20	0,739	0,809	7,762	10,499	0,891	8,724	0,863	8,575	0,871	8,040	0,903	7,243	0,954	6,238	1,032	4,942	1,182	3,030
40	0,736	0,807	7,791	10,592	0,883	8,742	0,856	8,686	0,864	8,148	0,894	7,364	0,943	6,372	1,018	5,113	1,153	3,305

$\bar{x}$	R/R_0	v/v_0	ω/ω_0	χ/χ_0	$m = 0,0$		$m = 0,5$		$m = 1,0$		$m = 1,5$		$m = 2,0$		$m = 2,5$		$m = 3,0$	
					h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0
60	0,732	0,804	7,818	10,684	0,875	8,845	0,850	8,793	0,857	8,262	0,887	7,488	0,933	6,508	1,004	5,278	1,127	3,556
80	0,728	0,801	7,846	10,776	0,868	9,041	0,844	8,907	0,850	8,375	0,880	7,610	0,924	6,644	0,991	5,437	1,105	3,791
15,00	0,724	0,798	7,874	10,868	0,861	9,144	0,838	9,019	0,844	8,486	0,872	7,697	0,915	6,776	0,979	5,995	1,084	4,012
20	0,721	0,795	7,900	10,958	0,854	9,249	0,832	9,123	0,838	8,597	0,865	7,845	0,906	6,904	0,968	5,754	1,067	4,229
40	0,717	0,793	7,927	11,049	0,847	9,349	0,826	9,226	0,832	8,706	0,858	7,960	0,898	7,035	0,957	5,905	1,051	4,436
60	0,714	0,790	7,959	11,138	0,841	9,457	0,820	9,327	0,826	8,813	0,851	8,072	0,890	7,162	0,946	6,049	1,035	4,628
15,80	0,711	0,787	7,980	11,228	0,835	9,561	0,814	9,425	0,820	8,917	0,844	8,180	0,882	7,285	0,936	6,192	1,019	4,809
16,00	0,707	0,785	8,006	11,312	0,829	9,664	0,808	9,518	0,814	9,021	0,838	8,298	0,874	7,407	0,926	6,333	1,003	4,978
20	0,704	0,782	8,032	11,437	0,823	9,763	0,802	9,613	0,808	9,118	0,832	8,402	0,867	7,529	0,917	6,473	0,991	5,157
40	0,701	0,780	8,057	11,495	0,817	9,860	0,797	9,715	0,803	9,225	0,826	8,519	0,860	7,650	0,908	6,608	0,979	5,328
60	0,697	0,777	8,083	11,583	0,811	9,954	0,792	9,816	0,798	9,330	0,820	8,626	0,853	7,767	0,899	6,740	0,967	5,490
80	0,696	0,775	8,108	11,671	0,806	10,059	0,787	9,915	0,793	9,435	0,814	8,731	0,846	7,881	0,891	6,874	0,955	5,644
17,00	0,692	0,772	8,133	11,758	0,801	10,160	0,782	10,005	0,778	9,533	0,809	8,840	0,809	8,005	0,883	7,006	0,944	5,795
20	0,689	0,770	8,158	11,847	0,796	10,260	0,777	10,105	0,783	9,635	0,803	8,493	0,834	8,119	0,875	7,129	0,934	5,951
40	0,686	0,768	8,170	11,914	0,791	10,358	0,772	10,197	0,778	9,731	0,798	9,052	0,828	8,234	0,868	7,259	0,924	6,098
60	0,683	0,766	8,207	12,019	0,786	10,453	0,767	10,286	0,773	9,927	0,793	9,159	0,822	8,346	0,861	73,86	0,915	6,246
80	0,680	0,763	8,231	12,104	0,781	10,547	0,763	10,387	0,769	9,932	0,788	9,263	0,816	8,455	0,854	7,508	0,906	6,388
18,00	0,677	0,761	8,254	12,189	0,776	10,638	0,759	10,489	0,765	10,030	0,783	9,362	0,811	8,568	0,847	7,630	0,897	6,523
20	0,674	0,759	8,278	12,274	0,771	10,727	0,755	10,585	0,760	10,125	0,778	9,464	0,805	8,675	0,840	7,744	0,889	6,665
40	0,672	0,757	8,301	12,358	0,766	10,813	0,751	10,681	0,755	10,212	0,773	9,561	0,800	8,788	0,834	7,866	0,881	6,801
60	0,659	0,755	8,325	12,444	0,762	10,912	0,747	10,776	0,751	10,310	0,768	9,656	0,795	8,898	0,828	7,986	0,873	6,932
80	0,666	0,753	8,348	12,528	0,758	11,010	0,743	10,869	0,747	10,407	0,764	9,763	0,790	9,005	0,822	8,102	0,865	7,059
19,00	0,664	0,751	8,371	12,611	0,754	11,105	0,739	10,965	0,743	10,508	0,760	9,867	0,785	9,106	0,816	8,213	0,858	7,186
20	0,661	0,749	8,393	12,694	0,750	11,199	0,735	11,050	0,739	10,595	0,756	9,969	0,780	9,214	0,810	8,325	0,851	7,316
40	0,659	0,747	8,416	12,778	0,746	11,291	0,731	11,137	0,735	10,687	0,752	10,070	0,775	9,315	0,804	8,433	0,844	7,440
60	0,656	0,745	8,438	12,860	0,742	11,382	0,727	11,224	0,731	10,777	0,748	10,169	0,770	9,414	0,799	8,548	0,837	7,560
80	0,654	0,743	8,461	12,943	0,738	11,470	0,723	11,309	0,728	10,881	0,744	10,262	0,765	9,510	0,794	8,662	0,831	7,685
20,00	0,651	0,741	84,83	13,025	0,734	11,558	0,720	11,412	0,725	10,981	0,740	10,359	0,761	9,621	0,789	8,776	0,825	7,810
25	0,648	0,738	8,510	13,127	0,729	11,664	0,716	11,524	0,720	11,089	0,735	10,479	0,756	9,749	0,783	8,910	0,818	7,961
50	0,645	0,736	8,537	13,228	0,724	11,768	0,712	11,640	0,716	11,208	0,730	10,593	0,751	9,877	0,777	9,045	0,811	8,110
75	0,642	0,734	8,564	13,331	0,720	11,886	0,708	11,755	0,712	11,326	0,725	10,706	0,746	10,003	0,771	9,176	0,804	8,256

$\bar{x}$	R/R_0	ν/ν_0	ω/R_0^2	χ/R_0	$m = 0,0$		$m = 0,5$		$m = 1,0$		$m = 1,5$		$m = 2,0$		$m = 2,5$		$m = 3,0$	
					h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0	h/R_0	b/R_0
21,00	0,640	0,731	8,589	13,427	0,716	12,001	0,704	11,865	0,708	11,433	0,721	10,830	0,741	10,172	0,766	9,312	0,797	8,396
25	0,637	0,729	8,618	13,533	0,711	12,098	0,700	11,976	0,704	11,555	0,716	10,937	0,736	10,247	0,760	9,441	0,790	8,532
50	0,634	0,727	8,644	13,633	0,707	12,208	0,696	12,082	0,700	11,666	0,712	11,056	0,731	10,364	0,754	9,561	0,784	8,675
75	0,631	0,725	8,669	13,732	0,703	12,318	0,692	12,187	0,696	11,775	0,708	11,174	0,726	10,479	0,749	9,693	0,778	8,814
22,00	0,629	0,723	8,695	13,831	0,699	12,427	0,688	12,298	0,692	11,874	0,704	11,291	0,722	10,601	0,744	9,825	0,772	8,950
25	0,626	0,720	8,721	13,930	0,695	12,460	0,684	12,392	0,688	11,988	0,700	11,403	0,717	10,716	0,739	9,945	0,756	9,082
50	0,623	0,718	8,746	14,028	0,691	12,632	0,680	12,490	0,684	12,091	0,696	11,514	0,713	10,838	0,734	10,068	0,760	9,211
75	0,621	0,716	8,771	14,127	0,686	12,733	0,677	12,606	0,681	12,210	0,692	11,623	0,709	10,958	0,729	10,187	0,756	9,349
23,00	0,618	0,714	8,796	14,224	0,684	12,850	0,674	12,720	0,667	12,312	0,689	11,745	0,705	11,076	0,725	10,324	0,750	9,485
23,25	0,616	0,712	8,821	14,321	0,680	12,968	0,670	12,834	0,673	12,426	0,685	11,874	0,701	11,215	0,720	10,458	0,745	9,644
50	0,614	0,710	8,845	14,417	0,676	13,042	0,667	12,924	0,670	12,519	0,681	11,956	0,697	11,305	0,715	10,544	0,740	9,744
75	0,611	0,708	8,870	14,514	0,673	13,154	0,664	13,034	0,667	12,631	0,678	12,075	0,693	11,417	0,711	10,668	0,735	9,869
24,00	0,609	0,706	8,893	14,610	0,670	13,269	0,661	13,130	0,664	12,727	0,675	12,183	0,689	11,528	0,707	10,796	0,730	9,991
25	0,606	0,705	8,917	14,705	0,666	13,354	0,658	13,227	0,660	12,831	0,671	12,290	0,685	11,634	0,703	10,909	0,725	10,113
50	0,605	0,703	8,941	14,801	0,663	13,461	0,654	13,330	0,657	12,938	0,667	12,385	0,681	11,739	0,699	11,026	0,720	10,230
75	0,602	0,701	8,964	14,895	0,660	13,567	0,651	13,433	0,654	13,044	0,664	12,497	0,673	11,860	0,695	11,141	0,716	10,359
25,00	0,600	0,699	8,988	14,990	0,657	13,609	0,648	13,539	0,651	13,152	0,661	12,604	0,675	11,971	0,692	11,269	0,712	10,490
50	0,595	0,695	9,034	15,178	0,651	13,879	0,643	13,745	0,645	13,359	0,655	12,820	0,668	12,192	0,684	11,493	0,704	10,731
26,00	0,591	0,692	9,071	15,364	0,645	14,078	0,637	13,948	0,639	13,558	0,649	13,032	0,661	12,407	0,677	11,712	0,696	10,964
50	0,587	0,689	9,125	15,550	0,639	14,263	0,632	14,144	0,634	13,759	0,643	13,234	0,655	12,624	0,670	11,938	0,688	11,201
27,00	0,583	0,685	9,169	15,734	0,634	14,471	0,626	14,332	0,628	13,953	0,637	13,437	0,649	12,868	0,663	12,156	0,681	11,431
50	0,579	0,682	9,213	15,917	0,628	14,649	0,621	14,528	0,623	14,150	0,632	13,637	0,643	13,049	0,657	12,378	0,674	11,666
28,00	0,575	0,679	9,256	16,099	0,623	14,825	0,616	14,721	0,618	14,351	0,626	13,840	0,638	13,254	0,651	12,595	0,668	11,874
50	0,571	0,676	9,299	16,279	0,618	15,038	0,611	14,910	0,613	14,545	0,621	14,035	0,632	13,460	0,645	12,808	0,661	12,110
29,00	0,568	0,673	9,341	16,458	0,614	15,239	0,606	15,161	0,608	14,734	0,616	14,234	0,627	13,658	0,639	13,015	0,654	12,321
50	0,564	0,670	9,382	16,636	0,608	15,401	0,602	15,294	0,604	14,935	0,611	14,438	0,622	13,863	0,634	13,228	0,648	12,537
30,00	0,560	0,667	9,423	16,813	0,604	15,600	0,598	15,484	0,600	15,129	0,607	14,637	0,617	14,062	0,628	13,436	0,642	12,748
50	0,557	0,664	9,464	16,989	0,599	15,784	0,593	15,671	0,594	15,316	0,602	14,823	0,612	14,261	0,623	13,636	0,636	12,963
31,00	0,554	0,661	9,504	17,164	0,595	15,970	0,589	15,855	0,591	15,498	0,597	15,009	0,6,7	14,453	0,618	13,838	0,631	13,172

$$\bar{\beta}, \bar{\chi}_{\epsilon, \epsilon, K}, \frac{h_{\epsilon, \epsilon, K}}{R_0}, \frac{B_{\epsilon, \epsilon, K}}{R_0} \text{ ва } \frac{b_{\epsilon, \epsilon, K}}{R_0} \text{ катталикларининг миқдорлари.}$$

XXXVIII -жадвал

m	$\beta_{\epsilon, \epsilon, K}^*$	$\beta_{\epsilon, \epsilon, K}$	$\bar{\chi}_{\epsilon, \epsilon, K}$	$\frac{h_{\epsilon, \epsilon, K}}{R_0}$	$\frac{b_{\epsilon, \epsilon, K}}{R_0}$	$\frac{B_{\epsilon, \epsilon, K}}{R_0}$
0,0	2,00	2,00	8,00	1,834	3,668	3,668
0,5	1,24	2,24	6,94	1,923	2,380	4,303
1,0	0,828	2,83	7,31	1,900	1,573	5,373
1,5	0,606	3,61	8,42	1,800	1,090	6,490
2,0	0,472	4,47	9,89	1,695	0,800	7,580
2,5	0,385	5,39	11,54	1,600	0,615	8,615
3,0	0,325	6,33	13,30	1,515	0,491	9,581

XXXIX-жадвал

Р.М.Каримов усули:

Парабола кўринишидаги каналларнинг ҳисобиغا доир

β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$
$\alpha = 1,0$							
2,00	8,000	2,594	5,187	8,00	17,00	1,425	11,40
20	8,036	2,474	5,444	20	17,38	1,411	11,57
40	8,133	2,373	5,694	40	17,75	1,398	11,74
60	8,277	2,285	5,940	60	18,13	1,385	11,92
80	8,457	2,207	6,181	80	18,51	1,373	12,08
3,00	8,667	2,139	6,417	9,00	18,89	1,361	12,25
20	8,900	2,078	6,650	20	19,27	1,350	12,42
40	9,153	2,023	6,878	40	19,65	1,339	12,58
60	9,422	1,973	7,103	60	20,03	1,328	12,75
80	9,705	1,928	7,325	80	20,42	1,317	12,91
4,00	10,000	1,886	7,544	10,00	20,80	1,307	13,07
20	10,30	1,847	7,559	20	21,18	1,297	13,23
40	10,62	1,812	7,971	40	21,57	1,288	13,39
60	10,94	1,778	8,181	60	21,95	1,278	13,55
80	11,27	1,747	8,388	80	22,34	1,269	13,71
5,00	11,00	1,718	8,592	11,00	22,73	1,260	13,86
20	11,60	1,700	8,794	20	23,11	1,251	14,02
40	12,28	1,665	8,993	40	23,50	1,243	14,17
60	12,63	1,641	9,190	60	23,89	1,235	14,32
6,00	12,98	1,618	9,585	12,00	24,88	1,222	14,63
20	13,69	1,575	9,768	20	25,05	1,211	14,78
40	14,05	1,556	9,956	40	25,45	1,204	14,93
60	14,41	1,537	10,14	60	25,83	1,196	15,07
80	14,78	1,519	10,33	80	26,23	1,189	15,22
7,00	15,14	1,501	10,51	13,00	26,62	1,182	15,37
20	15,51	1,485	10,69	20	27,01	1,175	15,52
40	15,88	1,469	10,87	60	27,40	1,169	15,65
60	16,25	1,454	11,05	60	27,79	1,162	15,81
80	16,63	1,439	11,23	80	28,18	1,156	15,95

β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{\frac{1}{a^{\alpha-1}}}{R_0}$	β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{\frac{1}{a^{\alpha-1}}}{R_0}$
$\alpha = 2,0$									
2,056	6,560	2,161	4,442	2,284	8,00	12,98	1,193	9,546	19,09
20	6,573	2,090	4,597	2,529	20	13,26	1,182	9,690	19,86
40	6,629	2,003	4,807	2,884	40	13,54	1,171	9,833	20,65
60	6,720	1,928	5,012	3,258	60	13,82	1,160	9,974	21,44
80	6,838	1,861	5,212	3,649	80	14,10	1,149	10,11	22,25
3,00	6,979	1,803	5,409	4,057	9,00	14,38	1,139	10,25	23,07
20	7,138	1,751	5,602	4,482	20	14,66	1,130	10,39	23,90
40	7,312	1,703	5,792	4,923	40	14,94	1,120	10,58	24,75
60	7,499	1,661	5,979	5,381	60	15,22	1,111	10,67	25,60
80	7,697	1,622	6,163	5,854	80	15,51	1,102	10,80	26,47
4,00	7,905	1,586	6,344	6,344	10,00	15,79	1,094	10,94	27,34
20	8,120	1,553	6,522	6,848	20	16,08	1,085	11,07	28,23
40	8,343	1,522	6,698	7,368	40	16,36	1,077	11,20	29,13
60	8,572	1,494	6,872	7,903	60	16,65	1,069	11,33	30,04
80	8,806	1,467	7,044	8,452	80	16,93	1,062	11,47	30,96
5,00	9,046	1,443	7,213	9,016	11,00	17,22	1,054	11,60	31,89
20	9,290	1,419	7,380	9,594	20	17,51	1,047	11,72	32,83
40	9,537	1,397	7,546	10,19	40	17,80	1,040	11,85	33,78
60	9,788	1,377	7,709	10,79	60	18,08	1,033	11,98	34,74
80	10,04	1,357	7,871	11,41	80	18,37	1,026	12,11	35,72
6,00	10,30	1,338	8,031	12,05	12,00	18,66	1,019	12,23	36,70
20	10,56	1,321	8,189	12,69	20	18,95	1,013	12,36	37,69
40	10,82	1,304	8,346	13,35	40	19,24	1,007	12,48	38,70
60	11,09	1,288	8,501	14,03	60	19,53	1,001	12,61	39,71
80	11,35	1,273	8,654	14,71	80	19,82	0,995	12,73	40,74
7,00	11,62	1,258	8,806	15,41	13,00	20,11	0,999	12,85	41,77
20	11,89	1,244	8,957	16,12	20	20,40	0,983	12,97	42,81
40	12,16	1,231	9,106	16,85	40	20,69	0,977	13,10	43,87
60	12,44	1,218	9,254	17,58	60	20,98	0,972	13,22	44,93
80	12,71	1,205	9,400	18,33	80	21,28	0,966	13,34	46,01
$\alpha = 3,0$									
2,112	6,381	2,003	4,231	2,174	8,00	11,82	1,112	8,894	8,894
20	6,385	1,963	4,319	2,265	20	12,06	1,101	9,027	9,140
40	6,422	1,881	4,514	2,472	40	12,30	1,090	9,160	9,386
60	6,489	1,809	4,704	2,682	60	12,54	1,080	9,291	9,633
80	6,581	1,747	4,891	2,893	80	12,79	1,071	9,421	9,880
3,00	6,694	1,691	5,073	3,107	9,00	13,03	1,061	9,550	10,13
20	6,823	1,641	5,252	3,322	20	13,28	1,052	9,678	10,38
40	6,965	1,596	5,428	3,538	40	13,52	1,043	9,805	10,63
60	7,120	1,556	5,600	3,757	60	13,77	1,034	9,931	10,87
80	7,285	1,518	5,770	3,977	80	14,02	1,026	10,06	11,13

β	$\bar{x}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{a^{\alpha-1} R_0}$	β	$\bar{x}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{a^{\alpha-1} R_0}$
4,00	7,458	1,484	5,938	4,198	10,00	14,27	1,018	10,18	11,38
20	7,639	1,453	6,102	4,422	20	14,52	1,010	10,30	11,64
40	7,827	1,424	6,265	4,646	40	14,77	1,003	10,43	11,89
60	8,020	1,397	6,425	4,872	60	15,02	0,995	10,55	12,14
80	8,219	1,372	6,584	5,100	80	15,27	0,988	10,67	12,40
5,00	8,422	1,348	6,740	5,328	11,00	15,52	0,981	10,79	12,65
20	8,630	1,326	6,894	5,559	20	15,77	0,974	10,91	12,91
40	8,841	1,305	7,047	5,790	40	16,02	0,967	11,03	13,17
60	9,056	1,285	7,198	6,022	60	16,28	0,961	11,15	13,42
80	9,274	1,267	7,347	6,256	80	16,53	0,955	11,26	13,68
6,00	9,495	1,249	7,495	6,491	12,00	16,78	0,948	11,38	13,94
20	9,718	1,232	7,641	6,727	20	17,04	0,942	11,50	14,20
40	9,944	1,216	7,785	6,964	40	17,29	0,937	11,61	14,46
60	10,17	1,201	7,929	7,202	60	17,55	0,931	11,73	14,72
80	10,40	1,187	8,070	7,441	80	17,80	0,925	11,84	14,98
7,00	10,63	1,173	8,211	7,680	13,00	18,06	0,920	11,96	15,24
20	10,87	1,160	8,350	7,921	20	18,31	0,914	12,07	15,50
40	11,10	1,147	8,488	8,163	40	18,57	0,909	12,18	15,76
60	11,34	1,135	8,624	8,406	60	18,83	0,904	12,29	16,03
80	11,58	1,123	8,760	8,650	80	19,08	0,899	12,40	16,29
$\alpha = 4,0$									
2,147	6,390	1,924	4,130	2,112	8,00	11,32	1,071	8,566	6,799
20	6,392	1,901	4,182	2,159	20	11,54	1,060	8,693	6,957
40	6,419	1,821	4,370	2,322	40	11,77	1,050	8,820	7,115
60	6,475	1,751	4,554	2,485	60	11,99	1,040	8,945	7,273
80	6,555	1,690	4,733	2,647	80	12,22	1,031	9,070	7,431
3,00	6,654	1,636	4,908	2,809	9,00	12,44	1,021	9,193	7,589
20	6,768	1,588	5,080	2,971	20	12,67	1,013	9,316	7,747
40	6,896	1,544	5,249	3,132	40	12,90	1,004	9,437	7,904
60	7,034	1,504	5,414	3,293	60	13,12	0,996	9,558	8,061
80	7,182	1,468	5,577	3,454	80	13,35	0,988	9,678	8,219
4,00	7,339	1,434	5,737	3,614	10,00	13,58	0,980	9,797	8,377
20	7,502	1,404	5,895	3,775	20	13,81	0,972	9,916	8,534
40	7,672	1,375	6,051	3,935	40	14,05	0,965	10,03	8,691
60	7,848	1,349	6,204	4,095	60	14,28	0,968	10,15	8,846
80	8,028	1,324	6,356	4,255	80	14,51	0,951	10,27	9,005
5,00	8,213	1,301	6,506	4,415	11,00	14,74	0,944	10,38	9,162
20	8,402	1,279	6,653	4,574	20	14,98	0,937	10,50	9,319
40	8,595	1,259	6,799	4,734	40	15,21	0,931	10,61	9,476
60	8,791	1,240	6,944	4,893	60	15,45	0,924	10,72	9,637
80	8,980	1,222	7,086	5,053	80	15,68	0,918	10,84	9,790
6,00	9,192	1,205	7,227	5,212	12,00	15,92	0,912	10,95	9,946
20	9,396	1,188	7,367	5,371	20	16,15	0,906	11,06	10,10
40	9,603	1,173	7,505	5,530	40	16,39	0,901	11,17	10,26

β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{\alpha^{\alpha-1} R_0}$	β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{\alpha^{\alpha-1} R_0}$
60	9,812	1,158	7,642	5,689	60	16,63	0,895	11,28	10,42
80	10,02	1,144	7,778	5,848	80	16,86	0,890	11,39	10,57
7,00	10,24	1,130	7,912	6,007	13,00	17,10	0,884	11,50	10,73
20	10,45	1,117	8,045	6,065	20	17,34	0,879	11,61	10,88
40	10,67	1,105	8,177	6,324	40	17,58	0,874	11,71	11,04
60	10,88	1,093	8,308	6,482	60	17,81	0,869	11,82	11,20
80	11,10	1,082	8,437	6,641	80	18,05	0,864	11,93	11,35
$\alpha = 5,0$									
2,165	6,446	1,881	4,072	2,078	8,00	11,08	1,046	8,371	5,919
20	6,446	1,865	4,102	2,100	20	11,29	1,036	8,494	6,044
40	6,469	1,786	4,286	2,243	40	11,51	1,026	8,617	6,168
60	6,520	1,718	4,466	2,384	60	11,72	1,016	8,739	6,292
80	6,593	1,657	4,641	2,524	80	11,93	1,007	8,860	6,416
3,00	6,685	1,604	4,812	2,663	9,00	12,14	0,998	8,980	6,540
20	6,791	1,556	4,980	2,800	20	12,36	0,989	9,099	6,663
40	6,910	1,513	5,144	2,937	40	12,58	0,981	9,218	6,786
60	7,040	1,474	5,305	3,073	60	12,79	0,972	9,335	6,909
80	7,178	1,438	5,464	3,208	80	13,01	0,964	9,452	7,031
4,00	7,325	1,405	5,620	3,342	10,00	13,23	0,967	9,568	7,164
20	7,478	1,374	5,774	3,475	20	13,45	0,949	9,683	7,275
40	7,635	1,347	5,925	3,608	40	13,67	0,942	9,797	7,397
60	7,803	1,321	6,075	3,741	60	13,89	0,935	9,911	7,519
80	7,973	1,296	6,222	3,818	80	14,11	0,929	10,02	7,640
5,00	8,147	1,274	6,368	4,003	11,00	14,33	0,921	10,14	7,761
20	8,325	1,252	6,511	4,134	20	14,55	0,915	10,25	7,882
40	8,507	1,232	6,653	4,264	40	14,77	0,909	10,36	8,002
60	8,691	1,213	6,794	4,394	60	15,00	0,902	10,47	8,122
80	8,879	1,195	6,982	4,523	80	15,22	0,896	10,58	8,242
6,00	9,69	1,175	7,070	4,652	12,00	15,45	0,890	10,69	8,362
20	9,262	1,162	7,205	4,780	20	15,67	0,885	10,79	8,482
40	9,458	1,147	7,347	7,340	40	15,90	0,879	10,90	8,601
60	9,655	1,132	7,473	5,036	60	16,12	0,874	11,01	8,720
80	9,854	1,118	7,605	5,153	80	16,35	0,868	11,11	8,839
7,00	10,06	1,105	7,735	5,290	13,00	16,57	0,863	11,22	8,958
20	10,26	1,092	7,864	5,416	20	16,80	0,858	11,33	9,077
40	10,46	1,080	7,993	5,543	40	17,03	0,853	11,43	9,193
60	10,67	1,068	8,120	5,668	60	17,25	0,848	11,53	9,313
80	10,88	1,057	8,246	5,794	80	17,48	0,843	11,64	9,431
$\alpha = 6,0$									
2,176	6,513	1,851	4,027	2,048	8,00	10,97	1,030	8,242	5,438
20	6,513	1,841	4,050	2,064	20	11,17	1,020	8,364	5,545
40	6,533	1,763	4,232	2,194	40	11,37	1,010	8,484	5,652
60	6,581	1,696	4,408	2,323	60	11,55	1,000	8,604	5,759
80	6,651	1,636	4,581	2,450	80	11,78	0,991	8,722	5,865

β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{a^{\alpha-1} R_0}$	β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{a^{\alpha-1} R_0}$
3,00	6,738	1,583	4,749	2,575	9,00	11,99	0,982	8,840	5,971
20	6,839	1,536	4,914	2,699	20	12,19	0,974	8,957	6,077
40	6,953	1,493	5,076	2,822	40	12,40	0,965	9,073	6,182
60	7,077	1,454	5,250	2,944	60	12,61	0,957	9,188	6,285
80	7,211	1,419	5,391	3,065	80	12,82	0,949	9,303	6,392
4,00	7,351	1,386	5,544	3,184	10,00	13,03	0,942	9,416	6,496
20	7,498	1,355	5,695	3,303	20	13,24	0,934	9,529	6,600
40	7,652	1,328	5,844	3,421	40	13,45	0,927	9,641	6,703
60	7,810	1,302	5,991	3,538	60	13,67	0,920	9,752	6,806
80	7,973	1,278	6,135	3,656	80	13,88	0,913	9,863	6,910
5,00	8,140	1,256	6,278	3,770	11,00	14,09	0,907	9,973	7,012
20	8,311	1,234	6,419	3,885	20	14,31	0,900	10,08	7,115
40	8,486	1,214	6,558	4,000	40	14,52	0,894	10,19	7,217
60	8,664	1,196	6,696	4,113	60	14,74	0,888	10,30	7,319
80	8,844	1,178	6,832	4,227	80	14,95	0,882	10,41	7,420
6,00	9,027	1,151	6,967	4,339	12,00	15,17	0,876	10,51	7,522
20	9,212	1,145	7,100	4,451	20	15,39	0,870	10,62	7,623
40	9,400	1,130	7,232	4,563	40	15,60	0,865	10,72	7,723
60	9,560	1,115	7,362	4,674	60	15,82	0,859	10,83	7,824
80	9,781	1,102	7,491	4,784	80	16,04	0,854	10,93	7,924
7,00	9,975	1,088	7,619	4,894	13,00	16,27	0,849	11,04	8,024
20	10,17	1,076	7,746	5,004	20	16,48	0,844	11,14	8,124
40	10,37	1,064	7,842	5,113	40	16,69	0,839	11,24	8,224
60	10,56	1,052	7,996	5,222	60	16,91	0,834	11,35	8,323
80	10,76	1,041	8,120	5,330	80	17,13	0,829	11,45	8,422
$\alpha = 7,0$									
2,181	6,580	1,833	3,998	2,028	8,00	10,91	1,019	8,152	5,136
20	6,580	1,824	4,013	2,039	20	11,10	1,009	8,272	5,233
40	6,599	1,747	4,193	2,161	40	11,30	0,999	8,391	5,329
60	6,645	1,680	4,368	2,282	60	11,50	0,989	8,509	5,425
80	6,712	1,621	4,539	2,400	80	11,70	0,980	8,626	5,521
3,00	6,797	1,569	4,706	2,517	9,00	11,90	0,971	8,742	5,616
20	6,896	1,522	4,829	2,633	20	12,10	0,963	8,857	5,711
40	7,006	1,479	5,029	2,747	40	12,30	0,954	8,971	5,805
60	7,127	1,440	5,186	2,860	60	12,51	0,946	9,085	5,899
80	7,257	1,405	5,340	2,971	80	12,71	0,939	9,197	5,993
4,00	7,393	1,373	5,491	3,082	10,00	12,92	0,931	9,309	6,087
20	7,537	1,342	5,640	3,191	20	13,12	0,924	9,421	6,180
40	7,686	1,315	5,787	3,300	40	13,33	0,916	9,531	6,273
60	7,840	1,290	5,932	3,408	60	13,53	0,910	9,641	6,365
80	7,999	1,266	6,075	3,514	80	13,74	0,903	9,750	6,457
5,00	8,161	1,243	6,216	3,621	11,00	13,95	0,896	9,858	6,549
20	8,328	1,222	6,355	3,726	20	13,16	0,890	9,966	6,640
40	8,497	1,202	6,492	3,830	40	14,37	0,884	10,07	6,731

β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{\alpha^{\alpha-1}} \frac{1}{R_0}$	β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{\alpha^{\alpha-1}} \frac{1}{R_0}$
60	8,670	1,184	6,628	3,939	60	14,58	0,878	10,18	6,822
80	8,845	1,166	6,762	4,038	80	14,79	0,872	10,28	6,913
6,00	9,023	1,149	6,895	4,140	12,00	15,00	0,866	10,39	7,003
20	9,204	1,133	7,026	4,242	20	15,21	0,860	10,49	7,093
40	9,386	1,118	7,156	4,343	40	15,42	0,855	10,60	7,183
60	9,571	1,104	7,285	4,444	60	15,63	0,849	10,70	7,272
80	9,757	1,090	7,412	4,545	80	15,85	0,844	10,80	7,361
7,00	9,945	1,077	7,538	4,644	13,00	16,06	0,836	10,91	7,450
20	10,13	1,064	7,653	4,744	20	16,27	0,834	11,01	7,539
40	10,33	1,052	7,787	4,842	40	16,48	0,829	11,11	7,626
60	10,52	1,041	7,910	4,941	60	16,70	0,824	11,21	7,715
80	10,71	1,030	8,032	5,038	80	16,91	0,820	11,31	7,803

$\alpha = 8,0$

2,183	6,643	1,819	3,971	2,010	8,00	10,89	1,011	8,086	4,929
20	6,643	1,812	3,987	2,021	20	11,08	1,001	8,205	5,019
40	6,661	1,736	4,165	2,138	40	11,27	0,991	8,322	5,108
60	6,706	1,669	4,339	2,252	60	11,47	0,981	8,439	5,197
80	6,772	1,610	4,508	2,365	80	11,66	0,972	8,554	5,285
3,00	6,856	1,558	4,674	2,476	9,00	11,86	0,963	8,669	5,374
20	6,953	1,511	4,836	2,586	20	12,06	0,955	8,783	5,461
40	7,061	1,469	5,094	2,694	40	12,25	0,946	8,896	5,549
60	7,180	1,430	5,150	2,800	60	12,45	0,938	9,008	5,635
80	7,307	1,395	5,302	2,906	80	12,65	0,931	9,120	5,722
4,00	7,442	1,363	5,452	3,010	10,00	12,85	0,923	9,231	5,803
20	7,582	1,333	5,600	3,113	20	13,05	0,916	9,341	5,894
40	7,729	1,306	5,746	3,215	40	13,26	0,909	9,450	5,980
60	7,880	1,280	5,889	3,317	60	13,46	0,902	9,558	6,066
80	8,035	1,256	6,030	3,417	80	13,66	0,895	9,666	6,150
5,00	8,195	1,234	6,170	3,516	11,00	13,86	0,888	9,773	6,234
20	8,358	1,213	6,308	3,615	20	14,07	0,882	9,880	6,318
40	8,524	1,193	6,444	3,713	40	14,27	0,876	9,986	6,402
60	8,693	1,175	6,578	3,810	60	14,48	0,870	10,09	6,486
80	8,865	1,157	6,711	3,907	80	14,69	0,864	10,20	6,569
6,00	9,040	1,140	6,842	4,003	12,00	14,89	0,858	10,30	6,652
20	9,217	1,125	6,972	4,098	20	15,10	0,853	10,40	6,735
40	9,395	1,110	7,101	4,192	40	15,31	0,847	10,51	6,817
60	9,576	1,095	7,228	4,286	60	15,51	0,842	10,61	6,899
80	9,758	1,081	7,354	4,380	80	15,72	0,837	10,71	6,981
7,00	9,943	1,068	7,479	4,472	13,00	15,93	0,832	10,81	7,062
20	10,13	1,056	7,603	4,565	20	16,14	0,827	10,91	7,144
40	10,32	1,044	7,725	4,656	40	16,35	0,822	11,01	7,225
60	10,50	1,032	7,847	4,748	60	16,56	0,817	11,11	7,306
80	10,69	1,021	7,967	4,838	80	15,77	0,812	11,21	7,386

$\alpha = 9,0$

β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{a^{\alpha-1} R_0}$	β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{a^{\alpha-1} R_0}$
2,182	6,700	1,811	3,951	1,997	8,00	10,88	1,005	8,036	4,778
20	6,700	1,803	3,966	2,007	20	11,07	0,994	8,154	4,863
40	6,719	1,727	4,144	2,102	40	11,26	0,985	8,270	4,947
60	6,764	1,660	4,317	2,230	60	11,45	0,975	8,386	5,031
80	6,830	1,602	4,485	2,234	80	11,55	0,966	8,500	5,115
3,00	6,912	1,550	4,650	2,446	9,00	11,84	0,957	8,614	5,198
20	7,008	1,503	4,810	2,551	20	12,03	0,949	8,727	5,280
40	7,116	1,461	4,968	2,654	40	12,23	0,940	8,839	5,363
60	7,233	1,423	5,122	2,756	60	12,43	0,932	8,950	5,441
80	7,359	1,388	5,274	2,857	80	12,62	0,925	9,061	5,526
4,00	7,491	1,356	5,423	2,957	10,00	12,82	0,917	9,105	5,607
20	7,631	1,326	5,570	3,056	20	13,02	0,910	9,279	5,988
40	7,631	1,299	5,714	3,153	40	13,22	0,903	9,388	5,768
60	7,922	1,273	5,857	3,250	60	13,41	0,896	9,495	5,848
80	8,787	1,249	5,997	3,345	80	13,61	0,889	9,602	5,928
5,00	8,235	1,227	6,135	3,440	11,00	13,81	0,883	9,708	6,007
20	8,395	1,206	6,272	3,534	20	14,02	0,876	9,814	6,086
40	8,559	1,286	6,407	3,627	40	14,22	0,870	9,919	6,165
60	8,726	1,168	6,540	3,719	60	14,42	0,864	10,02	6,243
80	8,895	1,150	6,672	3,811	80	14,62	0,858	10,13	6,321
6,00	9,067	1,134	6,802	3,902	12,00	14,82	0,852	10,23	6,399
20	9,241	1,118	6,931	3,992	20	15,03	0,847	10,33	6,476
40	9,417	1,103	7,059	4,082	40	15,23	0,841	10,43	6,554
60	9,595	1,089	7,185	4,171	60	15,44	0,836	10,54	6,631
80	9,775	1,075	7,310	4,259	80	15,64	0,831	10,64	6,707
7,00	9,956	1,062	7,434	4,347	13,00	15,85	0,826	10,74	6,784
20	10,14	1,050	7,557	4,434	20	16,05	0,821	10,84	6,860
40	10,32	1,038	7,678	4,521	40	16,26	0,816	10,94	6,935
60	10,51	1,026	7,798	4,607	60	16,46	0,811	11,03	7,011
80	10,70	1,015	7,918	4,693	80	16,67	0,807	11,13	7,086

$\alpha = 10,0$

2,177	6,754	1,805	3,930	1,986	8,00	10,89	0,996	7,997	4,664
20	6,754	1,796	3,950	1,996	20	11,08	0,989	8,113	4,745
40	6,773	1,720	4,127	2,106	40	11,27	0,980	8,229	4,826
60	6,819	1,654	4,800	2,213	60	11,46	0,970	8,344	4,906
80	6,884	1,595	4,467	2,319	80	11,65	0,961	8,458	4,986
3,00	6,966	1,544	4,631	2,422	9,00	11,84	0,952	8,571	5,063
20	7,062	1,497	4,791	2,524	20	12,03	0,944	8,683	5,144
40	7,169	1,455	4,948	2,624	40	12,22	0,936	8,794	5,222
60	7,285	1,417	5,101	2,723	60	12,42	0,928	8,904	5,299
80	7,410	1,382	5,252	2,820	80	12,61	0,920	9,014	5,378
4,00	7,541	1,350	5,401	2,916	10,00	12,80	0,912	9,123	5,455
20	7,679	1,321	5,546	3,012	20	13,00	0,905	9,231	5,532
40	7,822	1,293	5,690	3,106	40	13,20	0,898	9,339	5,608

β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{a^{\alpha-1} R_0}$	β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{a^{\alpha-1} R_0}$
60	7,970	1,268	5,832	3,199	60	13,39	0,891	9,446	5,684
80	8,121	1,244	5,971	3,290	80	13,59	0,884	9,552	5,760
5,00	8,277	1,222	6,109	3,382	11,00	13,79	0,878	9,657	5,836
20	8,436	1,201	6,244	3,472	20	13,99	0,872	9,762	5,911
40	8,598	1,181	6,379	3,561	40	14,18	0,865	9,866	5,986
60	8,763	1,163	6,511	3,650	60	14,38	0,859	9,970	6,060
80	8,930	1,145	6,642	3,738	80	14,58	0,854	10,07	6,134
6,00	9,100	1,129	6,771	3,825	12,00	14,78	0,848	10,18	6,208
20	9,272	1,113	6,899	3,912	20	14,99	0,842	10,28	6,282
40	9,446	1,098	7,026	3,998	40	15,19	0,837	10,38	6,355
60	9,621	1,084	7,152	4,083	60	15,39	0,832	10,48	6,428
80	9,799	1,070	7,276	4,168	80	15,59	0,826	10,58	6,501
7,00	9,978	1,057	7,399	4,252	13,00	15,79	0,821	10,68	6,574
20	10,16	1,045	7,520	4,335	20	16,00	0,816	10,78	6,646
40	10,34	1,033	7,641	4,418	40	16,20	0,812	10,88	6,718
60	10,52	1,021	7,761	4,501	60	16,40	0,807	10,97	6,789
80	10,71	1,010	7,879	4,583	80	16,61	0,802	11,07	6,861
$\alpha = 12,0$									
2,165	6,853	1,799	3,895	1,962	8,00	10,93	0,992	7,940	4,503
20	6,853	1,785	3,927	1,981	20	11,12	0,982	8,055	4,503
40	6,874	1,710	4,104	2,086	40	11,30	0,973	8,169	4,654
60	6,920	1,644	4,275	2,189	60	11,49	0,963	8,283	4,729
80	6,896	1,586	4,441	2,210	80	11,67	0,954	8,396	4,803
3,00	7,067	1,535	4,604	2,388	9,00	11,86	0,945	8,507	4,877
20	7,162	1,488	4,763	2,485	20	12,05	0,937	8,618	4,950
40	7,268	1,447	4,918	2,581	40	12,24	0,929	8,728	5,023
60	7,383	1,409	5,071	2,675	60	12,43	0,921	8,838	5,096
80	7,506	1,374	5,221	2,767	80	12,62	0,913	8,946	5,168
4,00	7,636	1,342	5,368	2,858	10,00	12,81	0,905	9,054	5,240
20	7,772	1,313	5,513	2,949	20	13,00	0,898	9,161	5,312
40	7,912	1,285	5,655	3,038	40	13,19	0,891	9,268	5,383
60	8,058	1,260	5,795	3,126	60	13,39	0,884	9,373	5,454
80	8,207	1,236	5,933	3,210	80	13,58	0,878	9,478	5,524
5,00	8,360	1,214	6,070	3,299	11,00	13,77	0,871	9,583	5,595
20	8,517	1,193	6,204	3,384	20	13,97	0,865	9,686	5,664
40	8,676	1,174	6,337	3,468	40	14,16	0,859	9,789	5,734
60	8,838	1,155	6,468	3,552	60	14,36	0,853	9,892	5,803
80	9,003	1,138	6,598	3,634	80	14,55	0,847	9,994	5,872
6,00	9,170	1,121	6,726	3,716	12,00	14,75	0,841	10,09	5,940
20	9,339	1,105	6,853	3,798	20	14,95	0,836	10,20	6,009
40	9,510	1,090	6,979	3,879	40	15,15	0,830	10,30	6,077
60	9,683	1,076	7,103	3,959	60	15,34	0,825	10,40	6,144
80	9,857	1,063	7,226	4,038	80	15,54	0,820	10,49	6,212
7,00	10,03	1,050	7,347	4,117	13,00	15,74	0,815	10,59	6,279

β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{\frac{1}{a^{\alpha-1}}}{R_0}$	β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{\frac{1}{a^{\alpha-1}}}{R_0}$
20	10,21	1,037	7,468	4,195	20	15,94	0,810	10,69	6,346
40	10,39	1,025	7,588	4,273	40	16,14	0,805	10,79	6,412
60	10,57	1,014	7,706	4,350	60	16,34	0,800	10,89	6,479
80	10,75	1,003	7,823	4,427	80	16,54	0,796	10,98	6,545
$\alpha = 14,0$									
2,164	6,942	1,793	3,880	1,952	8,00	10,98	0,988	7,900	4,395
20	6,943	1,778	3,912	1,970	20	11,16	0,977	8,015	4,467
40	6,964	1,703	4,088	2,073	40	11,35	0,968	8,128	4,539
60	7,009	1,638	4,258	2,172	60	11,53	0,958	8,241	4,610
80	7,075	1,580	4,424	2,270	80	11,71	0,949	8,353	4,681
3,00	7,156	1,529	4,586	2,365	9,00	11,90	0,940	8,464	4,751
20	7,250	1,482	4,744	2,459	20	12,08	0,932	8,574	4,821
40	7,355	1,441	4,899	2,551	40	12,27	0,924	8,683	4,890
60	7,469	1,403	5,050	2,642	60	12,46	0,916	8,792	4,987
80	7,590	1,368	5,199	2,731	80	12,65	0,908	8,900	5,028
4,00	7,719	1,336	5,345	2,819	10,00	12,83	0,901	9,007	5,097
20	7,853	1,307	5,489	2,906	20	13,02	0,893	9,113	5,165
40	7,992	1,280	5,631	2,991	40	13,21	0,886	9,218	5,232
60	8,136	1,254	5,770	3,076	60	13,40	0,880	9,323	5,300
80	8,284	1,231	5,908	3,158	80	13,60	0,873	9,428	5,367
5,00	8,436	1,209	6,043	3,248	11,00	13,79	0,866	9,531	5,433
20	8,591	1,188	6,177	3,324	20	13,98	0,860	9,660	5,500
40	8,749	1,168	6,309	3,405	40	14,17	0,854	9,736	5,566
60	8,909	1,150	6,439	3,485	60	14,36	0,848	9,838	5,631
80	9,072	1,132	6,568	3,564	80	14,56	0,842	9,939	5,697
6,00	9,237	1,116	6,695	3,643	12,00	14,75	0,837	10,04	5,762
20	9,404	1,100	6,821	3,721	20	14,95	0,831	10,14	5,826
40	9,574	1,085	6,946	3,798	40	15,14	0,826	10,24	5,891
60	9,745	1,071	7,069	3,865	60	15,34	0,820	10,34	5,955
80	9,917	1,058	7,191	3,951	80	15,53	0,815	10,44	6,019
7,00	10,09	1,045	7,312	4,026	13,00	15,73	0,810	10,53	6,082
20	10,27	1,032	7,432	4,101	20	15,93	0,805	10,63	6,146
40	10,44	1,020	7,551	4,175	40	16,12	0,801	10,73	6,209
60	10,62	1,009	7,668	4,249	60	16,32	0,796	10,82	6,272
80	10,80	0,998	7,785	4,322	80	16,52	0,791	10,92	6,334
$\alpha = 16,0$									
2,163	7,014	1,787	3,866	1,943	8,00	11,03	0,984	7,872	4,317
20	7,018	1,773	3,901	1,963	20	11,21	0,974	7,986	4,387
40	7,038	1,698	4,076	2,063	40	11,39	0,964	8,099	4,456
60	7,083	1,633	4,246	2,160	60	11,57	0,955	8,211	4,525
80	7,148	1,575	4,411	2,256	80	11,76	0,946	8,322	4,593
3,00	7,228	1,524	4,572	2,349	9,00	11,94	0,937	8,432	4,661
20	7,321	1,478	4,730	2,440	20	12,13	0,928	8,542	4,728
40	7,425	1,436	4,884	2,530	40	12,31	0,920	8,651	4,795

β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{a^{\alpha-1} R_0}$	β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{a^{\alpha-1} R_0}$
60	7,539	1,399	5,035	2,618	60	12,50	0,912	8,759	4,862
80	7,660	1,364	5,183	2,705	80	12,68	0,905	8,866	4,928
4,00	7,787	1,332	5,329	2,791	10,00	12,87	0,897	8,972	4,994
20	7,921	1,303	5,472	2,875	20	13,06	0,890	9,078	5,060
40	8,059	1,276	5,613	2,958	40	13,25	0,883	9,183	5,125
60	8,203	1,250	5,752	3,040	60	13,44	0,876	9,287	5,190
80	8,350	1,227	5,889	3,125	80	13,63	0,870	9,391	5,254
5,00	8,501	1,205	6,024	3,202	11,00	13,82	0,863	9,494	5,318
20	8,655	1,184	6,157	3,281	20	14,01	0,857	9,596	5,382
40	8,812	1,164	6,288	3,359	40	14,20	0,851	9,698	5,445
60	8,971	1,146	6,418	3,437	60	14,39	0,845	9,799	5,509
80	9,133	1,129	6,546	3,514	80	14,58	0,839	9,899	5,571
6,00	9,298	1,112	6,673	3,590	12,00	14,77	0,833	9,999	5,634
20	9,464	1,096	6,798	3,665	20	14,97	0,828	10,10	5,696
40	9,632	1,082	6,922	3,740	40	15,16	0,822	10,20	5,758
60	9,802	1,067	7,045	3,814	60	15,35	0,817	10,30	5,820
80	9,974	1,054	7,166	3,888	80	15,55	0,812	10,39	5,881
7,00	10,15	1,041	7,287	3,961	13,00	15,74	0,807	10,49	5,942
20	10,32	1,029	7,406	4,033	20	15,93	0,802	10,59	6,003
40	10,50	1,017	7,524	4,105	40	16,13	0,797	10,68	6,064
60	10,67	1,005	7,641	4,176	60	16,32	0,793	10,78	6,124
80	10,85	0,994	7,757	4,247	80	16,52	0,788	10,87	6,184
$\alpha = 18,0$									
2,163	7,072	1,784	3,859	1,938	8,00	11,08	0,981	7,850	4,259
20	7,077	1,769	3,892	1,957	20	11,26	0,971	7,964	4,327
40	7,097	1,695	4,067	2,055	40	11,44	0,961	8,076	4,394
60	7,141	1,629	4,236	2,151	60	11,62	0,952	8,188	4,461
80	7,205	1,572	4,401	2,245	80	11,80	0,943	8,299	4,527
3,00	7,285	1,521	4,562	2,336	9,00	11,90	0,934	8,409	4,593
20	7,378	1,475	4,719	2,426	20	12,17	0,926	8,518	4,659
40	7,482	1,433	4,873	2,514	40	12,36	0,918	8,626	4,724
60	7,595	1,395	5,023	2,600	60	12,54	0,910	8,734	4,787
80	7,716	1,361	5,171	2,685	80	12,73	0,902	8,840	4,853
4,00	7,843	1,329	5,316	2,769	10,00	12,91	0,895	8,946	4,917
20	7,977	1,300	5,459	2,851	20	13,10	0,887	9,052	4,981
40	8,115	1,273	5,600	2,933	40	13,29	0,880	9,156	5,044
60	8,258	1,247	5,738	3,013	60	13,48	0,874	9,260	5,107
80	8,405	1,224	5,874	3,091	80	13,66	0,867	9,363	5,170
5,00	8,556	1,202	6,009	3,171	11,00	13,85	0,861	9,466	5,232
20	8,710	1,181	6,141	3,248	20	14,04	0,854	9,568	5,294
40	8,867	1,162	6,272	3,325	40	14,23	0,848	9,669	5,356
60	9,026*	1,143	6,402	3,401	60	14,42	0,842	9,770	5,417
80	9,188	1,126	6,530	3,476	80	14,61	0,836	9,870	5,478
6,00	9,352	1,109	6,656	3,550	12,00	14,80	0,831	9,969	5,539

β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{\alpha^{\alpha-1} R_0}$	β	$\bar{\chi}$	$\frac{h}{R_0}$	$\frac{B}{R_0}$	$\frac{1}{\alpha^{\alpha-1} R_0}$
20	9,518	1,094	6,781	3,624	20	15,00	0,825	10,07	5,599
40	9,686	1,079	6,904	3,697	40	15,19	0,820	10,17	5,659
60	9,855	1,065	7,027	3,769	60	15,38	0,815	10,26	5,719
80	10,03	1,051	7,148	3,841	80	15,57	0,809	10,36	5,778
7,00	10,20	1,038	7,268	3,912	13,00	15,77	0,804	10,46	5,838
20	10,37	1,026	7,386	3,982	20	15,96	0,800	10,55	5,897
40	10,55	1,014	7,504	4,052	40	16,15	0,795	10,65	5,955
60	10,72	1,003	7,620	4,121	60	16,35	0,790	10,75	6,014
80	10,90	0,992	7,736	4,190	80	16,54	0,786	10,84	6,072
$\alpha = 20,0$									
2,162	7,128	1,781	3,851	1,934	8,00	11,13	0,979	7,834	4,214
20	7,122	1,766	3,885	1,952	20	11,31	0,969	7,947	4,280
40	7,142	1,691	4,059	2,049	40	11,49	0,959	8,059	4,346
60	7,186	1,626	4,228	2,144	60	11,67	0,950	8,171	4,411
80	7,250	1,569	4,393	2,236	80	11,85	0,941	8,281	4,476
3,00	7,331	1,518	4,553	2,326	9,00	12,04	0,932	8,391	4,541
20	7,424	1,472	4,710	2,414	20	12,22	0,924	8,500	4,605
40	7,528	1,430	4,863	2,501	40	12,40	0,916	8,608	4,669
60	7,641	1,393	5,014	2,586	60	12,59	0,908	8,715	4,732
80	7,762	1,358	5,161	2,669	80	12,77	0,900	8,821	4,795
4,00	7,890	1,327	5,306	2,751	10,00	12,96	0,893	8,927	4,858
20	8,024	1,297	5,449	2,833	20	13,14	0,885	9,032	4,920
40	8,163	1,270	5,589	2,913	40	13,33	0,878	9,136	4,982
60	8,307	1,245	5,727	2,992	60	13,52	0,872	9,239	5,044
80	8,454	1,221	5,863	3,069	80	13,71	0,865	9,342	5,105
5,00	8,605	1,199	5,997	3,147	11,00	13,90	0,859	9,444	5,166
20	8,759	1,179	6,130	3,223	20	14,08	0,852	9,546	5,226
40	8,916	1,159	6,260	3,298	40	14,27	0,846	9,647	5,286
60	9,076	1,141	6,389	3,373	60	14,46	0,840	9,747	5,346
80	9,238	1,124	6,517	3,446	80	14,65	0,834	9,847	5,406
6,00	9,402	1,107	6,643	3,519	12,00	14,84	0,829	9,946	5,465
20	9,569	1,092	6,767	3,591	20	15,03	0,823	10,04	5,524
40	9,737	1,077	6,891	3,663	40	15,22	0,818	10,14	5,582
60	9,906	1,063	7,013	3,737	60	15,42	0,813	10,24	5,641
80	10,08	1,049	7,133	3,804	80	15,61	0,808	10,34	5,699
7,00	10,25	1,036	7,253	3,874	13,00	15,80	0,803	10,43	5,757
20	10,42	1,024	7,371	3,943	20	15,99	0,798	10,53	5,814
40	10,60	1,012	7,489	4,011	40	16,18	0,793	10,62	5,872
60	10,78	1,001	7,605	4,079	60	16,38	0,788	10,72	5,929
80	10,95	0,990	7,720	4,147	80	16,57	0,784	10,81	5,985

Туби тўғри нишабли сув ўтказгичнинг ($i > 0$) турли гидравлик кўрсаткич (x)лардаги
 $\varphi(\eta)$ функциянинг қийматлар жадвали

η	x									
	2,00	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,50	5,00	5,50
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,05	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
0,10	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
0,15	0,151	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
0,20	0,202	0,201	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
0,25	0,255	0,252	0,251	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
0,30	0,309	0,304	0,302	0,301	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
0,35	0,365	0,357	0,354	0,352	0,351	0,351	0,351	0,350	0,350	0,350
0,40	0,423	0,411	0,407	0,404	0,403	0,403	0,402	0,401	0,400	0,400
0,45	0,484	0,468	0,461	0,458	0,456	0,455	0,454	0,452	0,451	0,450
0,50	0,549	0,527	0,517	0,513	0,510	0,508	0,507	0,504	0,502	0,501
0,55	0,619	0,590	0,575	0,573	0,566	0,564	0,561	0,556	0,554	0,552
0,60	0,693	0,657	0,637	0,630	0,624	0,621	0,617	0,610	0,607	0,605
0,61	0,709	0,671	0,650	0,642	0,636	0,632	0,628	0,621	0,618	0,615
0,62	0,725	0,685	0,663	0,654	0,648	0,644	0,640	0,632	0,629	0,626
0,63	0,741	0,699	0,676	0,667	0,660	0,656	0,652	0,644	0,640	0,637
0,64	0,758	0,714	0,689	0,680	0,673	0,668	0,664	0,656	0,651	0,648
0,65	0,775	0,729	0,703	0,693	0,686	0,681	0,676	0,668	0,662	0,659
0,66	0,792	0,744	0,717	0,706	0,699	0,694	0,688	0,680	0,674	0,670
0,67	0,810	0,760	0,731	0,720	0,712	0,707	0,700	0,692	0,686	0,681
0,68	0,829	0,776	0,746	0,734	0,725	0,720	0,713	0,704	0,698	0,692
0,69	0,848	0,792	0,761	0,748	0,739	0,733	0,726	0,716	0,710	0,704
0,70	0,867	0,809	0,776	0,763	0,753	0,746	0,739	0,728	0,722	0,716
0,71	0,887	0,826	0,791	0,778	0,767	0,760	0,752	0,741	0,734	0,728
0,72	0,907	0,843	0,807	0,793	0,781	0,774	0,766	0,754	0,747	0,740
0,73	0,928	0,861	0,823	0,808	0,796	0,788	0,780	0,767	0,760	0,752
0,74	0,950	0,880	0,840	0,823	0,811	0,802	0,794	0,780	0,773	0,764
0,75	0,972	0,899	0,857	0,839	0,827	0,816	0,808	0,794	0,786	0,776
0,76	0,996	0,919	0,874	0,855	0,843	0,832	0,823	0,808	0,799	0,788
0,77	1,020	0,939	0,892	0,872	0,860	0,848	0,838	0,822	0,812	0,801
0,78	1,045	0,960	0,911	0,890	0,877	0,865	0,854	0,837	0,826	0,814
0,79	1,071	0,982	0,930	0,908	0,895	0,882	0,870	0,852	0,840	0,828
0,80	1,098	1,006	0,950	0,927	0,913	0,900	0,887	0,867	0,854	0,842
0,81	1,127	1,031	0,971	0,947	0,932	0,918	0,904	0,882	0,869	0,857
0,82	1,156	1,056	0,993	0,968	0,951	0,937	0,922	0,898	0,884	0,872
0,83	1,188	1,082	1,016	0,990	0,971	0,956	0,940	0,915	0,900	0,888
0,84	1,221	1,110	1,040	1,013	0,992	0,976	0,960	0,933	0,917	0,904
0,85	1,256	1,139	1,065	1,037	1,015	0,997	0,980	0,952	0,935	0,921
0,86	1,293	1,170	1,092	1,062	1,039	1,019	1,002	0,972	0,953	0,938
0,87	1,333	1,203	1,120	1,088	1,065	1,043	1,025	0,993	0,972	0,956
0,88	1,375	1,238	1,151	1,116	1,092	1,069	1,049	1,015	0,992	0,975
0,89	1,421	1,276	1,183	1,146	1,121	1,097	1,075	1,039	1,014	0,995
0,90	1,472	1,316	1,218	1,179	1,152	1,127	1,103	1,065	1,038	1,017
0,905	1,499	1,338	1,237	1,197	1,169	1,143	1,117	1,079	1,050	1,028
0,910	1,527	1,361	1,257	1,216	1,186	1,159	1,132	1,093	1,063	1,040
0,915	1,557	1,385	1,278	1,236	1,204	1,176	1,148	1,108	1,077	1,053
0,920	1,589	1,411	1,300	1,257	1,223	1,194	1,165	1,124	1,091	1,066
0,925	1,622	1,439	1,323	1,279	1,243	1,214	1,184	1,141	1,106	1,080
0,930	1,658	1,469	1,348	1,302	1,265	1,235	1,204	1,159	1,122	1,095
0,935	1,696	1,501	1,374	1,326	1,288	1,257	1,225	1,178	1,139	1,111
0,940	1,738	1,535	1,403	1,352	1,312	1,280	1,247	1,198	1,157	1,128
0,945	1,782	1,571	1,434	1,380	1,338	1,305	1,271	1,219	1,176	1,146
0,950	1,831	1,610	1,467	1,411	1,367	1,332	1,297	1,241	1,197	1,165
0,955	1,885	1,653	1,504	1,445	1,399	1,362	1,325	1,265	1,220	1,186

η	x									
	2,00	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,50	5,00	5,50
0,960	1,945	1,701	1,545	1,483	1,435	1,395	1,356	1,292	1,246	1,209
0,965	2,013	1,756	1,591	1,526	1,475	1,432	1,391	1,324	1,275	1,235
0,970	2,092	1,820	1,644	1,575	1,521	1,475	1,431	1,362	1,308	1,265
0,975	2,184	1,895	1,707	1,632	1,575	1,525	1,479	1,407	1,347	1,300
0,980	2,297	1,985	1,783	1,703	1,640	1,587	1,537	1,460	1,394	1,344
0,985	2,442	2,100	1,881	1,795	1,727	1,666	1,611	1,525	1,455	1,400
0,990	2,646	2,264	2,018	1,921	1,844	1,777	1,714	1,614	1,538	1,474
0,995	3,000	2,544	2,250	2,137	2,043	1,965	1,889	1,770	1,680	1,605
1,000	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
1,005	2,997	2,139	1,647	1,477	1,329	1,218	1,107	0,954	0,826	0,730
1,010	2,652	2,863	1,419	1,265	1,138	1,031	0,936	0,790	0,680	0,598
1,015	2,450	1,704	1,291	1,140	1,022	0,922	0,836	0,702	0,603	0,525
1,020	2,307	1,591	1,193	1,053	0,940	0,847	0,766	0,641	0,546	0,474
1,025	2,197	1,504	1,119	0,986	0,879	0,789	0,712	0,594	0,503	0,435
1,030	2,107	1,432	1,061	0,931	0,827	0,742	0,668	0,555	0,468	0,402
1,035	2,031	1,372	1,010	0,885	0,784	0,702	0,632	0,522	0,439	0,375
1,040	1,966	1,320	0,967	0,845	0,747	0,668	0,600	0,494	0,415	0,353
1,045	1,908	1,274	0,929	0,810	0,716	0,638	0,572	0,469	0,394	0,334
1,05	1,857	1,234	0,896	0,779	0,687	0,612	0,548	0,447	0,375	0,317
1,06	1,768	1,164	0,838	0,726	0,640	0,566	0,506	0,411	0,343	0,290
1,07	1,693	1,105	0,790	0,682	0,600	0,529	0,471	0,381	0,316	0,266
1,08	1,629	1,053	0,749	0,645	0,565	0,497	0,441	0,355	0,292	0,245
1,09	1,573	1,009	0,713	0,612	0,534	0,469	0,415	0,332	0,271	0,226
1,10	1,522	0,969	0,680	0,583	0,506	0,444	0,392	0,312	0,253	0,210
1,11	1,477	0,933	0,652	0,557	0,482	0,422	0,372	0,293	0,237	0,196
1,12	1,436	0,901	0,626	0,533	0,461	0,402	0,354	0,277	0,223	0,183
1,13	1,398	0,872	0,602	0,512	0,442	0,384	0,337	0,263	0,211	0,172
1,14	1,363	0,846	0,581	0,493	0,424	0,368	0,322	0,250	0,200	0,162
1,15	1,331	0,821	0,561	0,475	0,407	0,353	0,308	0,238	0,190	0,153
1,16	1,301	0,797	0,542	0,458	0,391	0,339	0,295	0,227	0,181	0,145
1,17	1,273	0,775	0,525	0,442	0,377	0,326	0,283	0,217	0,173	0,137
1,18	1,247	0,755	0,510	0,427	0,364	0,314	0,272	0,208	0,165	0,130
1,19	1,222	0,736	0,495	0,413	0,352	0,302	0,262	0,200	0,158	0,124
1,20	1,199	0,718	0,480	0,400	0,341	0,292	0,252	0,192	0,151	0,118
1,21	1,177	0,701	0,467	0,388	0,330	0,282	0,243	0,184	0,144	0,113
1,22	1,156	0,685	0,454	0,377	0,320	0,272	0,235	0,177	0,138	0,108
1,23	1,136	0,670	0,442	0,366	0,310	0,263	0,227	0,170	0,132	0,103
1,24	1,117	0,656	0,431	0,356	0,301	0,255	0,219	0,164	0,126	0,098
1,25	1,098	0,643	0,420	0,346	0,292	0,247	0,212	0,158	0,121	0,094
1,26	1,081	0,630	0,410	0,337	0,284	0,240	0,205	0,152	0,116	0,090
1,27	1,065	0,618	0,400	0,328	0,276	0,233	0,199	0,147	0,111	0,086
1,28	1,049	0,606	0,391	0,320	0,268	0,226	0,193	0,142	0,107	0,082
1,29	1,033	0,594	0,382	0,312	0,261	0,220	0,187	0,137	0,103	0,079
1,30	1,018	0,582	0,373	0,307	0,254	0,214	0,181	0,133	0,099	0,076
1,31	1,004	0,571	0,365	0,297	0,247	0,208	0,176	0,129	0,095	0,073
1,32	0,990	0,561	0,357	0,290	0,241	0,202	0,171	0,125	0,092	0,070
1,33	0,977	0,551	0,349	0,283	0,235	0,197	0,166	0,121	0,089	0,067
1,34	0,964	0,542	0,341	0,277	0,229	0,192	0,161	0,117	0,086	0,064
1,35	0,952	0,533	0,334	0,271	0,224	0,187	0,157	0,113	0,083	0,061
1,36	0,940	0,524	0,328	0,265	0,219	0,182	0,153	0,109	0,080	0,058
1,37	0,928	0,516	0,322	0,259	0,214	0,177	0,149	0,106	0,077	0,056
1,38	0,917	0,508	0,316	0,253	0,209	0,173	0,145	0,103	0,074	0,054
1,39	0,906	0,500	0,310	0,248	0,204	0,169	0,141	0,100	0,072	0,052
1,40	0,896	0,492	0,304	0,243	0,199	0,165	0,137	0,097	0,070	0,050
1,41	0,886	0,484	0,298	0,238	0,195	0,161	0,134	0,094	0,068	0,048
1,42	0,876	0,477	0,293	0,233	0,191	0,157	0,131	0,091	0,066	0,046
1,43	0,866	0,470	0,288	0,229	0,187	0,153	0,128	0,088	0,064	0,045
1,44	0,856	0,463	0,283	0,225	0,183	0,150	0,125	0,085	0,062	0,044

η	x									
	2,00	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,50	5,00	5,50
1,45	0,847	0,456	0,278	0,221	0,179	0,147	0,122	0,083	0,060	0,043
1,46	0,838	0,450	0,273	0,217	0,175	0,144	0,119	0,081	0,058	0,042
1,47	0,829	0,444	0,268	0,213	0,171	0,141	0,116	0,079	0,056	0,041
1,48	0,821	0,438	0,263	0,209	0,168	0,138	0,113	0,077	0,054	0,040
1,49	0,813	0,432	0,259	0,205	0,165	0,135	0,110	0,075	0,053	0,039
1,50	0,805	0,426	0,255	0,201	0,162	0,132	0,108	0,073	0,052	0,038
1,55	0,767	0,399	0,235	0,184	0,147	0,119	0,097	0,065	0,045	0,032
1,60	0,733	0,376	0,218	0,170	0,134	0,108	0,087	0,058	0,039	0,027
1,65	0,703	0,355	0,203	0,157	0,123	0,098	0,079	0,052	0,034	0,023
1,70	0,675	0,336	0,189	0,145	0,113	0,090	0,072	0,046	0,030	0,020
1,75	0,650	0,318	0,177	0,134	0,104	0,083	0,065	0,041	0,026	0,017
1,80	0,626	0,303	0,166	0,124	0,096	0,077	0,060	0,037	0,023	0,015
1,85	0,605	0,289	0,156	0,115	0,089	0,071	0,055	0,033	0,020	0,013
1,90	0,585	0,276	0,147	0,108	0,083	0,066	0,050	0,030	0,018	0,011
1,95	0,567	0,264	0,139	0,102	0,078	0,061	0,046	0,027	0,016	0,009
2,0	0,550	0,253	0,132	0,097	0,073	0,057	0,043	0,025	0,015	0,008
2,1	0,518	0,233	0,119	0,086	0,064	0,049	0,037	0,021	0,012	0,007
2,2	0,490	0,216	0,108	0,077	0,057	0,043	0,032	0,018	0,010	0,006
2,3	0,466	0,201	0,098	0,069	0,051	0,038	0,028	0,015	0,008	0,005
2,4	0,444	0,188	0,090	0,063	0,046	0,034	0,024	0,013	0,007	0,004
2,5	0,424	0,176	0,082	0,057	0,041	0,031	0,021	0,011	0,006	0,003
2,6	0,405	0,165	0,076	0,052	0,037	0,028	0,019	0,0095	0,0050	0,0025
2,7	0,389	0,155	0,070	0,048	0,033	0,025	0,017	0,0084	0,0045	0,0020
2,8	0,374	0,149	0,065	0,044	0,030	0,022	0,015	0,0075	0,0040	0,0015
2,9	0,360	0,138	0,060	0,040	0,027	0,020	0,013	0,0067	0,0035	0,0010
3,0	0,346	0,131	0,056	0,037	0,025	0,0185	0,0125	0,0060	0,0030	0,00075
3,5	0,294	0,104	0,041	0,026	0,017	0,0125	0,0075	0,0035	0,0020	0,00050
4,0	0,255	0,084	0,031	0,019	0,012	0,0085	0,0050	0,0020	0,0010	0,00025
4,5	0,226	0,070	0,025	0,014	0,009	0,0065	0,0035	0,0015	0,0005	0
5,0	0,203	0,059	0,020	0,010	0,007	0,0050	0,0025	0,0010	0	0
6,0	0,168	0,047	0,014	0,007	0,004	0,0030	0,0015	0,0005	0	0
8,0	0,126	0,029	0,009	0,004	0,002	0,0015	0,0010	0,0002	0	0
10,0	0,100	0,021	0,005	0,002	0,001	0,0005	0,0005	0	0	0

Горизонтал тубли сув ўтказгичнинг ($i = 0$) турли гидравлик курсаткич (x)лардаги $\varphi(\xi)$ функциянинг қийматлар жадвали

ξ	x									
	2,00	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,50	5,00	5,50
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,05	0,9501	0,9500	0,9500	0,9500	0,9500	0,9500	0,9500	0,9500	0,9500	0,9500
0,10	0,9003	0,9001	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
0,15	0,8511	0,8504	0,8501	0,8501	0,8500	0,8500	0,8500	0,8500	0,8500	0,8500
0,20	0,8027	0,8010	0,8004	0,8003	0,8002	0,8001	0,8001	0,8000	0,8000	0,8000
0,25	0,7552	0,7552	0,7509	0,7507	0,7504	0,7503	0,7502	0,7501	0,7500	0,7500
0,30	0,7090	0,7042	0,7020	0,7014	0,7010	0,7007	0,7005	0,7002	0,7001	0,7001
0,35	0,6643	0,6573	0,6537	0,6527	0,6520	0,6514	0,6511	0,6506	0,6503	0,6502
0,40	0,6213	0,6116	0,6064	0,6048	0,6036	0,6027	0,6021	0,6012	0,6007	0,6004
0,45	0,5804	0,5675	0,5602	0,5579	0,5561	0,5547	0,5537	0,5523	0,5514	0,5509
0,50	0,5417	0,5252	0,5156	0,5119	0,5098	0,5078	0,5063	0,5040	0,5026	0,5017
0,55	0,5054	0,4852	0,4729	0,4685	0,4651	0,4623	0,4601	0,4568	0,4546	0,4532
0,60	0,4720	0,4478	0,4324	0,4268	0,4223	0,4186	0,4156	0,4109	0,4078	0,4056
0,61	0,4656	0,4406	0,4246	0,4188	0,4140	0,4101	0,4069	0,4020	0,3986	0,3962
0,62	0,4594	0,4336	0,4169	0,4108	0,4059	0,4017	0,3983	0,3931	0,3894	0,3869
0,63	0,4533	0,4267	0,4094	0,4030	0,3978	0,3935	0,3898	0,3843	0,3804	0,3776
0,64	0,4474	0,4199	0,4019	0,3953	0,3898	0,3853	0,3815	0,3756	0,3714	0,3685
0,65	0,4415	0,4132	0,3946	0,3877	0,3820	0,3772	0,3732	0,3670	0,3626	0,3594
0,66	0,4358	0,4067	0,3874	0,3802	0,3743	0,3692	0,3650	0,3585	0,3538	0,3503
0,67	0,4303	0,4003	0,3804	0,3729	0,3667	0,3614	0,3570	0,3501	0,3451	0,3414
0,68	0,4248	0,3940	0,3735	0,3657	0,3592	0,3537	0,3491	0,3418	0,3365	0,3325
0,69	0,4195	0,3879	0,3667	0,3586	0,3518	0,3461	0,3413	0,3336	0,3280	0,3238
0,70	0,4143	0,3820	0,3600	0,3517	0,3446	0,3387	0,3336	0,3256	0,3196	0,3151
0,71	0,4093	0,3762	0,3535	0,3449	0,3376	0,3314	0,3261	0,3176	0,3113	0,3066
0,72	0,4044	0,3705	0,3472	0,3382	0,3307	0,3242	0,3187	0,3098	0,3032	0,2982
0,73	0,3997	0,3650	0,3410	0,3318	0,3239	0,3172	0,3115	0,3022	0,2952	0,2899
0,74	0,3951	0,3596	0,3350	0,3254	0,3173	0,3104	0,3044	0,2947	0,2874	0,2817

ξ	x									
	2,00	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,50	5,00	5,50
0,75	0,3906	0,3544	0,3291	0,3193	0,3109	0,3037	0,2975	0,2874	0,2797	0,2737
0,76	0,3863	0,3493	0,3234	0,3133	0,3046	0,2972	0,2907	0,2802	0,2721	0,2658
0,77	0,3822	0,3444	0,3179	0,3075	0,2985	0,2908	0,2841	0,2732	0,2647	0,2581
0,78	0,3782	0,3397	0,3125	0,3018	0,2926	0,2847	0,2777	0,2664	0,2575	0,2506
0,79	0,3743	0,3352	0,3074	0,2964	0,2869	0,2787	0,2715	0,2597	0,2505	0,2432
0,80	0,3707	0,3308	0,3024	0,2911	0,2814	0,2729	0,2655	0,2533	0,2437	0,2361
0,81	0,3672	0,3267	0,2975	0,2861	0,2761	0,2674	0,2597	0,2471	0,2371	0,2291
0,82	0,3638	0,3226	0,2930	0,2812	0,2710	0,2620	0,2541	0,2410	0,2307	0,2223
0,83	0,3606	0,3188	0,2886	0,2766	0,2661	0,2569	0,2488	0,2352	0,2245	0,2158
0,84	0,3576	0,3152	0,2845	0,2722	0,2614	0,2520	0,2436	0,2297	0,2185	0,2095
0,85	0,3547	0,3118	0,2805	0,2679	0,2570	0,2473	0,2387	0,2244	0,2129	0,2035
0,86	0,3520	0,3085	0,2768	0,2639	0,2528	0,2428	0,2341	0,2193	0,2074	0,1977
0,87	0,3495	0,3055	0,2732	0,2602	0,2488	0,2387	0,2297	0,2145	0,2023	0,1922
0,88	0,3472	0,3026	0,2699	0,2567	0,2450	0,2347	0,2256	0,2100	0,1974	0,1870
0,89	0,3450	0,3000	0,2669	0,2534	0,2415	0,2310	0,2217	0,2058	0,1928	0,1821
0,90	0,3430	0,2976	0,2640	0,2504	0,2383	0,2276	0,2181	0,2018	0,1886	0,1776
0,905	0,3421	0,2965	0,2626	0,2489	0,2368	0,2260	0,2164	0,2000	0,1866	0,1754
0,910	0,3412	0,2954	0,2614	0,2476	0,2354	0,2245	0,2148	0,1982	0,1846	0,1733
0,915	0,3404	0,2944	0,2602	0,2463	0,2340	0,2231	0,2133	0,1965	0,1828	0,1714
0,920	0,3396	0,2934	0,2591	0,2451	0,2327	0,2217	0,2118	0,1949	0,1811	0,1695
0,925	0,3388	0,2925	0,2580	0,2439	0,2315	0,2204	0,2104	0,1934	0,1794	0,1677
0,930	0,3381	0,2916	0,2570	0,2429	0,2303	0,2191	0,2091	0,1920	0,1778	0,1660
0,935	0,3375	0,2908	0,2561	0,2418	0,2292	0,2180	0,2079	0,1906	0,1764	0,1644
0,940	0,3369	0,2901	0,2552	0,2409	0,2282	0,2169	0,2068	0,1894	0,1750	0,1629
0,945	0,3363	0,2894	0,2544	0,2400	0,2273	0,2159	0,2057	0,1882	0,1737	0,1615
0,950	0,3358	0,2888	0,2536	0,2392	0,2264	0,2150	0,2048	0,1871	0,1725	0,1602
0,955	0,3353	0,2882	0,2529	0,2385	0,2256	0,2142	0,2039	0,1861	0,1714	0,1591
0,960	0,3349	0,2877	0,2523	0,2378	0,2249	0,2134	0,2031	0,1853	0,1705	0,1580
0,965	0,3345	0,2872	0,2518	0,2372	0,2243	0,2128	0,2024	0,1845	0,1696	0,1570

s	x									
	2,00	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,50	5,00	5,50
0,970	0,3342	0,2868	0,2513	0,2367	0,2238	0,2122	0,2017	0,1838	0,1688	0,1562
0,975	0,3339	0,2865	0,2509	0,2363	0,2233	0,2117	0,2012	0,1832	0,1682	0,1555
0,980	0,3337	0,2862	0,2506	0,2359	0,2229	0,2113	0,2008	0,1827	0,1677	0,1549
0,985	0,3336	0,2860	0,2503	0,2357	0,2226	0,2110	0,2005	0,1823	0,1672	0,1545
0,990	0,3334	0,2858	0,2502	0,2355	0,2224	0,2107	0,2002	0,1821	0,1669	0,1541
0,995	0,3334	0,2857	0,2500	0,2353	0,2223	0,2103	0,2000	0,1819	0,1667	0,1539
1,000	0,3333	0,2857	0,2500	0,2353	0,2222	0,2105	0,2000	0,1818	0,1667	0,1539
1,005	0,3334	0,2857	0,2500	0,2353	0,2223	0,2106	0,2001	0,1819	0,1667	0,1539
1,010	0,3334	0,2858	0,2501	0,2355	0,2224	0,2107	0,2002	0,1821	0,1669	0,1541
1,015	0,3336	0,2860	0,2504	0,2357	0,2226	0,2110	0,2005	0,1823	0,1673	0,1545
1,020	0,3337	0,2862	0,2506	0,2360	0,2229	0,2113	0,2008	0,1827	0,1677	0,1550
1,025	0,3340	0,2865	0,2509	0,2363	0,2233	0,2117	0,2013	0,1833	0,1683	0,1556
1,030	0,3343	0,2869	0,2514	0,2368	0,2238	0,2123	0,2019	0,1839	0,1690	0,1564
1,035	0,3346	0,2873	0,2519	0,2373	0,2244	0,2129	0,2025	0,1847	0,1699	0,1574
1,040	0,3349	0,2877	0,2525	0,2380	0,2251	0,2136	0,2033	0,1856	0,1709	0,1585
1,045	0,3354	0,2883	0,2531	0,2387	0,2259	0,2145	0,2042	0,1866	0,1721	0,1598
1,05	0,3359	0,2889	0,2539	0,2395	0,2268	0,2154	0,2053	0,1878	0,1734	0,1613
1,06	0,3370	0,2904	0,2556	0,2414	0,2289	0,2177	0,2077	0,1905	0,1764	0,1647
1,07	0,3384	0,2921	0,2577	0,2437	0,2313	0,2203	0,2105	0,1938	0,1801	0,1688
1,08	0,3399	0,2940	0,2601	0,2463	0,2342	0,2234	0,2138	0,1976	0,1845	0,1737
1,09	0,3417	0,2963	0,2629	0,2494	0,2375	0,2270	0,2177	0,2021	0,1895	0,1794
1,10	0,3437	0,2988	0,2660	0,2528	0,2412	0,2311	0,2221	0,2071	0,1953	0,1858
1,11	0,3459	0,3017	0,2695	0,2566	0,2454	0,2356	0,2270	0,2128	0,2017	0,1932
1,12	0,3483	0,3048	0,2734	0,2609	0,2501	0,2407	0,2325	0,2191	0,2090	0,2014
1,13	0,3510	0,3082	0,2776	0,2655	0,2552	0,2462	0,2385	0,2261	0,2170	0,2105
1,14	0,3539	0,3119	0,2822	0,2706	0,2607	0,2523	0,2451	0,2338	0,2258	0,2205
1,15	0,3570	0,3160	0,2873	0,2762	0,2668	0,2589	0,2523	0,2422	0,2355	0,2316
1,16	0,3603	0,3203	0,2927	0,2822	0,2734	0,2661	0,2601	0,2513	0,2461	0,2437
1,17	0,3639	0,3250	0,2985	0,2886	0,2804	0,2738	0,2685	0,2612	0,2575	0,269

ξ	x									
	2,00	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,50	5,00	5,50
1,18	0,3677	0,3299	0,3047	0,2954	0,2880	0,2821	0,2775	0,2718	0,2699	0,2711
1,19	0,3717	0,3352	0,3114	0,3028	0,2961	0,2910	0,2873	0,2833	0,2833	0,2866
1,20	0,3760	0,3408	0,3184	0,3106	0,3048	0,3005	0,2977	0,2956	0,2977	0,3032
1,21	0,3805	0,3468	0,3259	0,3190	0,3140	0,3107	0,3088	0,3088	0,3131	0,3212
1,22	0,3853	0,3531	0,3338	0,3278	0,3238	0,3214	0,3205	0,3228	0,3296	0,3403
1,23	0,3903	0,3597	0,3422	0,3372	0,3341	0,3328	0,3331	0,3377	0,3472	0,3609
1,24	0,3955	0,3666	0,3510	0,3470	0,3450	0,3449	0,3463	0,3535	0,3659	0,3828
1,25	0,4010	0,3739	0,3604	0,3574	0,3566	0,3576	0,3604	0,3704	0,3858	0,4062
1,26	0,4068	0,3815	0,3701	0,3683	0,3687	0,3711	0,3752	0,3881	0,4069	0,4310
1,27	0,4128	0,3895	0,3803	0,3798	0,3815	0,3852	0,3908	0,4069	0,4293	0,4574
1,28	0,4191	0,3979	0,3911	0,3918	0,3949	0,4001	0,4072	0,4268	0,4530	0,4855
1,29	0,4256	0,4066	0,4023	0,4044	0,4089	0,4157	0,4245	0,4477	0,4781	0,5152
1,30	0,4323	0,4157	0,4140	0,4175	0,4236	0,4320	0,4426	0,4697	0,5044	0,5466
1,31	0,4394	0,4251	0,4262	0,4313	0,4390	0,4492	0,4616	0,4928	0,5323	0,5799
1,32	0,4467	0,4350	0,4390	0,4457	0,4551	0,4671	0,4815	0,5171	0,5616	0,6149
1,33	0,4542	0,4452	0,4522	0,4606	0,4719	0,4858	0,5023	0,5426	0,5925	0,652
1,34	0,4620	0,4558	0,4660	0,4762	0,4894	0,5053	0,5240	0,5693	0,6248	0,691
1,35	0,4701	0,4667	0,4803	0,4924	0,5076	0,5257	0,5468	0,5972	0,629	0,732
1,36	0,4785	0,4781	0,4953	0,5093	0,5266	0,5470	0,5705	0,6265	0,695	0,775
1,37	0,4871	0,4899	0,5107	0,5267	0,5463	0,5691	0,5952	0,657	0,732	0,821
1,38	0,4960	0,5021	0,5267	0,5449	0,5668	0,5922	0,621	0,689	0,771	0,868
1,39	0,5052	0,5146	0,5432	0,5637	0,5880	0,616	0,648	0,722	0,812	0,918
1,40	0,5147	0,5276	0,5604	0,5832	0,610	0,641	0,676	0,757	0,855	0,971
1,41	0,5244	0,5410	0,5781	0,603	0,633	0,667	0,705	0,793	0,900	1,026
1,42	0,5344	0,5548	0,597	0,624	0,657	0,694	0,735	0,831	0,946	1,083
1,43	0,5447	0,5691	0,615	0,646	0,681	0,721	0,766	0,870	0,955	1,143
1,44	0,5553	0,584	0,635	0,668	0,707	0,750	0,798	0,911	1,046	1,206
1,45	0,5660	0,599	0,655	0,691	0,733	0,780	0,832	0,953	1,099	1,272
1,46	0,577	0,614	0,676	0,715	0,760	0,810	0,867	0,997	1,154	1,341

s	x									
	2.00	2.50	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.50	5.00	5.50
1.47	0.589	0.630	0.697	0.740	0.788	0.842	0.903	1.043	1.212	1.412
1.48	0.601	0.647	0.719	0.765	0.817	0.875	0.940	1.091	1.272	1.487
1.49	0.613	0.664	0.742	0.791	0.847	0.909	0.979	1.140	1.334	1.565
1.50	0.625	0.681	0.766	0.818	0.878	0.945	1.1019	1.191	1.398	1.646
1.55	0.691	0.775	0.893	0.965	1.047	1.138	1.239	1.475	1.761	2.106
1.60	0.765	0.881	1.038	1.134	1.243	1.363	1.497	1.812	2.196	2.665
1.65	0.847	0.999	1.203	1.327	1.466	1.622	1.796	2.206	2.713	3.338
1.70	0.938	1.130	1.388	1.544	1.720	1.918	2.140	2.666	3.323	4.142
1.75	1.037	1.276	1.595	1.788	2.007	2.254	2.533	3.198	4.037	5.096
1.80	1.144	1.435	1.824	2.061	2.330	2.634	2.979	3.809	4.869	6.220
1.85	1.260	1.611	2.078	2.364	2.690	3.062	3.484	4.509	5.831	7.539
1.90	1.386	1.801	2.358	2.700	3.092	3.540	4.052	5.305	6.941	9.076
1.95	1.521	2.008	2.665	3.070	3.537	4.073	4.689	6.208	8.213	10.86
2.0	1.667	2.232	3.000	3.477	4.028	4.665	5.400	7.228	9.670	12.93
2.1	1.987	2.734	3.762	4.408	5.163	6.043	7.068	9.66	13.19	18.02
2.2	2.349	3.312	4.656	5.512	6.521	7.709	9.11	12.70	17.70	24.67
2.3	2.756	3.972	5.696	6.809	8.131	9.70	11.57	16.45	23.37	33.24
2.4	3.208	4.719	6.894	8.316	10.02	12.07	14.53	21.03	30.45	44.15
2.5	3.708	5.559	8.266	10.06	12.23	14.85	18.03	26.58	39.19	57.89
2.6	4.259	6.497	9.82	12.05	14.77	18.10	22.16	33.23	49.88	75.03
2.7	4.861	7.540	11.58	14.33	17.70	21.87	27.00	41.17	62.87	96.23
2.8	5.517	8.70	13.57	16.91	21.06	26.21	32.62	50.56	78.52	122.3
2.9	6.23	9.97	15.78	19.82	24.87	31.19	38.19	61.61	97.24	153.9
3.0	7.00	11.36	18.25	23.08	29.18	36.87	46.60	74.53	119.5	192.3
3.5	11.79	20.42	35.02	45.80	59.89	78.34	102.6	176.2	303.9	526.6
4.0	18.33	33.57	61.00	82.18	110.8	149.4	197.1	369.4	679.7	1257.0
4.5	26.88	51.73	99.0	137.0	189.8	263.2	365.5	708.2	1380.0	2706.0
5.0	37.67	75.86	1520	215.9	306.6	436.0	621.0	1267.0	2600.0	5371.0
6.0	67.0	146.2	319.0	472.2	700.4	1041.0	1550.0	3458.0	7771.0	17575.0

ξ	x									
	2,00	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,50	5,00	5,50
7,0	108,3	253,3	594,0	912,9	1406,0	2169,0	3355,0	8079,0	19604,0	47884,0
8,0	163,7	406,7	1017,0	1614,0	2567,0	4095,0	6547,0	16843,0	43683,0	114093,0
9,0	234,0	617,0	1632,0	2666,0	4366,0	7169,0	11802,0	32202,0	88561,0	245291,0
10,0	324,3	894,0	2491,0	4175,0	7018,0	11831,0	19991,0	57491,0	166691,0	486491,0

Туби тўғри нишабли сув ўтказгичнинг ($t < 0$) турли гидравлик кўрсаткич (x)лардаги $\theta_x(\eta')$ функциянинг кийматлар жадвали

XXXX-жадвал

η'	x				
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
0,100	0,099	0,100	0,100	0,100	0,100
0,150	0,148	0,150	0,150	0,150	0,150
0,200	0,196	0,198	0,199	0,200	0,200
0,250	0,244	0,246	0,248	0,250	0,250
0,300	0,291	0,295	0,297	0,299	0,300
0,350	0,336	0,342	0,346	0,348	0,490
0,400	0,380	0,389	0,393	0,396	0,397
0,450	0,422	0,434	0,440	0,444	0,446
0,500	0,463	0,477	0,485	0,490	0,493
0,550	0,502	0,518	0,528	0,534	0,539
0,600	0,540	0,558	0,571	0,579	0,585
0,610	0,547	0,566	0,579	0,588	0,594
0,620	0,554	0,574	0,587	0,596	0,603
0,630	0,562	0,581	0,595	0,605	0,612
0,640	0,569	0,589	0,602	0,613	0,620
0,650	0,576	0,596	0,610	0,621	0,629
0,660	0,583	0,604	0,618	0,630	0,638
0,670	0,590	0,611	0,626	0,633	0,646
0,680	0,597	0,619	0,634	0,646	0,654
0,690	0,603	0,626	0,641	0,653	0,662
0,700	0,610	0,633	0,649	0,661	0,670
0,710	0,617	0,640	0,657	0,668	0,678
0,720	0,624	0,648	0,664	0,676	0,686
0,730	0,630	0,655	0,672	0,683	0,694
0,740	0,637	0,662	0,679	0,691	0,702
0,750	0,643	0,668	0,686	0,698	0,709
0,760	0,649	0,675	0,693	0,705	0,717
0,770	0,656	0,681	0,700	0,712	0,724
0,780	0,662	0,688	0,707	0,720	0,731
0,790	0,668	0,694	0,713	0,727	0,738
0,800	0,674	0,700	0,720	0,734	0,746
0,810	0,680	0,706	0,727	0,741	0,753
0,820	0,686	0,712	0,733	0,748	0,760
0,830	0,692	0,718	0,740	0,755	0,766
0,840	0,698	0,724	0,746	0,761	0,773
0,850	0,704	0,730	0,752	0,767	0,780
0,860	0,710	0,736	0,758	0,774	0,782
0,870	0,715	0,742	0,764	0,780	0,792
0,880	0,721	0,748	0,770	0,780	0,799
0,890	0,727	0,754	0,776	0,792	0,805

η'	x				
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,900	0,732	0,760	0,781	0,798	0,811
0,910	0,738	0,765	0,787	0,804	0,817
0,920	0,743	0,771	0,793	0,810	0,823
0,930	0,749	0,777	0,799	0,815	0,829
0,940	0,754	0,782	0,804	0,820	0,835
0,950	0,759	0,787	0,809	0,826	0,840
0,960	0,764	0,793	0,815	0,831	0,847
0,970	0,770	0,798	0,820	0,837	0,851
0,980	0,775	0,803	0,825	0,842	0,857
0,990	0,780	0,809	0,830	0,847	0,861
1,000	0,785	0,813	0,834	0,851	0,867
1,010	0,785	0,817	0,840	0,856	0,872
1,020	0,795	0,823	0,845	0,862	0,876
1,030	0,800	0,827	0,850	0,866	0,881
1,040	0,805	0,831	0,855	0,871	0,887
1,050	0,810	0,836	0,859	0,875	0,891
1,060	0,815	0,841	0,864	0,879	0,895
1,070	0,819	0,846	0,869	0,884	0,900
1,080	0,824	0,851	0,873	0,888	0,904
1,090	0,828	0,856	0,877	0,892	0,908
1,100	0,833	0,860	0,881	0,897	0,912
1,110	0,837	0,864	0,886	0,901	0,916
1,120	0,842	0,868	0,891	0,905	0,920
1,130	0,846	0,872	0,895	0,909	0,924
1,140	0,851	0,876	0,899	0,913	0,927
1,150	0,855	0,880	0,903	0,917	0,927
1,160	0,859	0,884	0,907	0,921	0,935
1,170	0,864	0,888	0,911	0,925	0,938
1,180	0,868	0,892	0,915	0,928	0,942
1,190	0,872	0,896	0,918	0,931	0,946
1,200	0,876	0,900	0,921	0,935	0,949
1,210	0,880	0,904	0,925	0,939	0,952
1,220	0,884	0,908	0,929	0,943	0,955
1,230	0,888	0,912	0,932	0,946	0,958
1,240	0,892	0,916	0,935	0,949	0,961
1,250	0,896	0,919	0,938	0,952	0,964
1,260	0,900	0,923	0,942	0,925	0,967
1,270	0,904	0,927	0,945	0,958	0,970
1,280	0,908	0,930	0,948	0,961	0,973
1,290	0,911	0,934	0,952	0,964	0,975
1,300	0,915	0,937	0,955	0,966	0,978
1,310	0,919	0,940	0,958	0,969	0,981
1,320	0,922	0,943	0,961	0,972	0,984
1,330	0,926	0,947	0,964	0,974	0,986
1,340	0,930	0,951	0,967	0,977	0,989
1,350	0,933	0,954	0,970	0,980	0,991

η'	x				
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
1,360	0,937	0,957	0,973	0,983	0,993
1,370	0,940	0,960	0,976	0,986	0,995
1,380	0,944	0,963	0,979	0,989	0,997
1,390	0,947	0,966	0,981	0,991	0,998
1,400	0,951	0,969	0,984	0,993	1,000
1,410	0,954	0,972	0,986	0,995	1,002
1,420	0,957	0,975	0,989	0,998	1,004
1,430	0,960	0,978	0,992	1,001	1,006
1,440	0,964	0,980	0,995	1,003	1,080
1,450	0,967	0,983	0,997	1,005	1,010
1,460	0,970	0,986	1,000	1,007	1,012
1,470	0,973	0,989	1,003	1,009	1,013
1,480	0,977	0,991	1,005	1,010	1,015
1,490	0,980	0,994	1,007	1,012	1,017
1,500	0,983	0,997	1,009	1,014	1,019
1,550	0,997	1,010	1,020	1,023	1,028
1,600	1,012	1,022	1,030	1,032	1,034
1,650	1,026	1,033	1,039	1,040	1,040
1,700	1,039	1,044	1,048	1,047	1,046
1,750	1,052	1,054	1,057	1,053	1,051
1,800	1,064	1,064	1,065	1,059	1,056
1,850	1,075	1,073	1,072	1,065	1,060
1,900	1,086	1,082	1,079	1,070	1,064
1,950	1,097	1,090	1,085	1,074	1,067
2,000	1,107	1,098	1,090	1,078	1,070
2,100	1,126	1,112	1,100	1,085	1,075
2,200	1,144	1,125	1,109	1,092	1,079
2,300	1,161	1,137	1,117	1,097	1,083
2,400	1,176	1,148	1,124	1,102	1,086
2,500	1,190	1,157	1,131	1,106	1,089
2,600	1,204	1,166	1,137	1,110	1,091
2,700	1,216	1,174	1,142	1,113	1,093
2,800	1,228	1,181	1,146	1,116	1,095
2,900	1,239	1,188	1,150	1,119	1,097
3,000	1,249	1,194	1,154	1,121	1,098
3,500	1,293	1,218	1,165	1,129	1,102
4,000	1,324	1,237	1,176	1,134	1,105
4,500	1,354	1,251	1,183	1,137	1,107
5,000	1,373	1,260	1,188	1,139	1,109
6,000	1,405	1,272	1,195	1,142	1,110
8,000	1,447	1,290	1,201	1,144	1,110
10,000	1,471	1,298	1,203	1,145	1,110

Фойдаланилган адабиётлар

1. **Агроскин И.И., Дмитриев Г.Т., Пикалов Ф.И.** Гидравлика.- М.-Л.: Энергия, 1964.
2. **Агроскин И.И., Дмитриев Г.Т., Пикалов Ф.И.** Гидравлика - М.: Госэнергоиздат, 1964.
3. **Альтшуль А.Д.** Гидравлические сопротивления.-М.: Недра, 1970.
4. **Альтшуль А.Д., Киселёв П.Г.** Гидравлика и аэродинамика - Л.: Стройиздат, 1975.
5. **Андреевская А.В., Кременецкий Н.Н., Панова М.В.** Задачник по гидравлике М.: Энергия , 1970.
6. **Бахметов Б.А.** Механика турбулентного потока - М.-Л.: Стройиздат, 1939.
7. **Бозоров Д.Р. ва бошқ.** Гидравлика асослари, Т. РФААК. 2001.
8. **Бозоров Д.Р. ва бошқ.** Очик ўзанлар гидравликаси. Т. РФААК. 2002.
9. **Бозоров Д.Р. ва бошқ.** Гидравлика .Т. Билим. 2003.
10. **Киселев П.Г.** Справочник по гидравлическим расчётам. М. Энергия, 1974
11. **Чертоуев М.Д.** Гидравлика специальный курс М.Л.Госэнергоиздат.1962
12. **Каримов Р.М.** Гидравлический расчёт каналов - Ташкент, Узгипрозем, 1976
13. **Киселёв П.Г.** Гидравлика.-М.-Л.: Госэнергоиздат,1963.
14. **Лабораторный курс гидравлики, насосов и гидропередач.** /Под ред. С.С.Руднёва и Л.Г.Подвидза.-М.: Машиностроение, 1974.
15. **Павловский Н.Н.,** Гидравлический справочник, ОНТИ, 1937.
16. **Справочник по гидравлике.**/Под ред. В.А.Большакова. Киев: Высшая школа, 1977.
17. **Справочник по гидравлическим расчётам.** /Под ред. П.Г.Киселева.- М.: Энергия, 1972.
18. **Угинчус А.А., Чугаева Е.А.** Гидравлика.-Л.: Стройиздат, 1971.
19. **Чугаев Р.Р.** Гидравлика -Л.: Энергоатомиздат, 1982.
20. **Штеренлихт Д.В.** Гидравлика. I, II, III, IV т. -М.: Энергоатомиздат, 1991.
21. **Штеренлихт Д.В.** Очерки истории гидравлики, водных и строительных искусств. I, II, III т. -М.: Геос, 1999.

МУНДАРИЖА

Кириш	3
I боб. Гидростатика	4
II боб. Бернулли тенгламаси ва суюқлик ҳаракатидаги напор йўқолишлари	83
III боб. Доимий ва ўзгарувчан напор остида найча ва айлана қирқимлардан суюқликларнинг оқиши	136
IV боб. Узун қувурларнинг гидравлик ҳисоби. гидравлик зарб	176
V боб. Суюқлик оқимининг очик ўзанлардаги текис ҳаракати	230
VI боб. Суюқлик оқимининг очик ўзанлардаги нотекис барқарор ҳаракати	274
VII боб. Гидравлик сакраш	320
VIII боб. Сув ўтказгичлар	332
IX боб. Ёёфларни туташтириш	380
X боб. Шаршара ва тезоқарларнинг гидравлик ҳисоби	395
XI боб. Гидротехник иншоотлар бўғинининг гидравлик ҳисобига доир машқлар	445
XII боб. Мустақил бажариладиган топшириқ ва курс ишларини бажаришга доир курсатмалар	509
XIII боб. Тажриба машғулотлари	619
Илова	719
Фойдаланилган адабиётлар	808

БОЗОРОВ ДИЛШОД РАИМОВИЧ
ХИДИРОВ САНЪАТ ҚУЧҚОРОВИЧ
ОБИДОВ БАХТИЁР МУХИДДИНОВИЧ

ГИДРАВЛИКА

(амалий ва тажриба маиғулотлари)

ЎКУВ ҚЎЛЛАНМА

Мухаррир:

М.Нуртоева

Босишга рухсат этилди 31.01.2004 й. Қоғоз ўлчами 60х84, 1/16,
Ҳажми 50.5 б.т. 30 Нусха, Буюртма № 73.
ТИМН босмахонасида чоп этилди.
Тошкент 700000, Қори-Ниязий кўчаси 39 уй.