

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

ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

**тезоқарлар гидравлик ҳисоби
(УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА)**

Қарши-2010 й.

Тузувчилар: ГТИ ва НСФ кафедраси катта ўқитувчиси И.Саидов.

Такризчилар:

Ушбу услубий қўлланма гидротехника иншоотлари фанидан талабаларнинг мустақил амалий вазифаларни бажаришлари учун ишлаб чиқилган. Бу қўлланмада гидротехника иншоотлари бўйича битирув малакавий ишларини бажаришда тезоқарлар ҳисобига доир бўлимларни бажаришда ҳам фойдаланиш мумкин.

Услубий қўлланма Гидротехника иншоотлари ва насос станцияларидан фойдаланиш кафедраси йиғилишида (Баён №_____2010 й), Қишлоқ ва сув хўжалиги муҳандислиги факультети услубий комиссиясида (Баён №_____2010 й) ва ҚМШИ услубий кенгаш (Баён №_____2010 й) муҳокама этилган ва ўқув жараёнида фойдаланишга тавсия этилган.

Қарши муҳандислик иқтисодиёт институти, 2010 й.

Тезоқарлар тўғрисида умумий маълумотлар

Каналнинг юқори бьефидаги сувнинг нов бўйича унинг тубидан ажралмаган ҳолда катта тезликда пастки бьефга сув ўтказувчи, тубининг нишаблагги критик нишабликдан катта бўлган иншоотларга тезоқорлар деб аталади.

Тезоқарларнинг асосий хусусиятлардан бири, уларда энергияни сўндириш бир жойда содир бўлади, шунинг учун иншоот охирида махсус сўндиргичлар ўрнатилади. Тезоқарларда катта тезликлар кавитация, аэрация, тўлқинларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади ва улар тезоқар ишлашига салбий таъсир кўрсатади.

Тезоқарларни қуйидаги белгиларга кўра турларга бўлиш мумкин: профил кўриниши бўйича - бир хил ва ўзгарувчан нишабли: планда жойлашувига кўра бир хил ва ўзгарувчан кенгликда, тўғри ва эгри чизик бўйича: иншоот узанининг характериға кўра узани силлиқ ва узани ғадир-будурли.

Тезоқарлар каналларда, туғонлар сув ташлаш трактларида, сув транспорти тизимларида, балиқ урчитиш хўжалигида қўлланилади.

2. Тезоқарларнинг гидравлик ҳисоби

Ҳисобни бажариш шартлари. Тезоқарлар гидравлик ҳисоби унинг каналдаги сув сарфи, туташтирувчи сатҳлари айирмаси, юқори ва пастки бьефлардаги сув чуқурликлари берилган бўлиши керак. Ҳисоблар асосида кириш қисми кенлиги, тезоқар нов охиридаги сув чуқурлиги ва пастки бьеф ўлчамлари аниқланади.

Каналлардаги тезоқарлар ҳисоби нормал сув сарфи учун олиб борилади. Минимал ва жадаллашган сув сарфларида иншоотнинг сув ўтказиш қобилияти текширилади.

Кириш қисми ҳисоби. Тезоқар кириш қисмини тўғри бурчакли кесимга эга бўлса, уни кумилмаган водослив схемаси бўйича ҳисоб қилинади ва ундан ўтадиган сув сарфи қуйидаги формуладан аниқланади:

$$Q = \varepsilon \cdot m \cdot B \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad (1)$$

Ён томондан сиқилиш коэффиценти ε Е.А.Замарин формуласидан аниқланади:

$$\varepsilon = 1 - a \frac{H}{B + H}, \quad (2)$$

бунда a -рақамли коэффицент, оралик девор бош қисми шаклининг контурига боғлиқ, тўғри бурчакли контур учун $a=2,0$; ярим доиравий учун $a=0,10$; эгри чизикли-қиррали учун $a=0,05$.

Водосливнинг сарф коэффиценти унинг шаклиға, ён томондан сиқилишға, остона баландлиги ва водосливға таъсир қилувчи босимға кўра қабул қилинади.

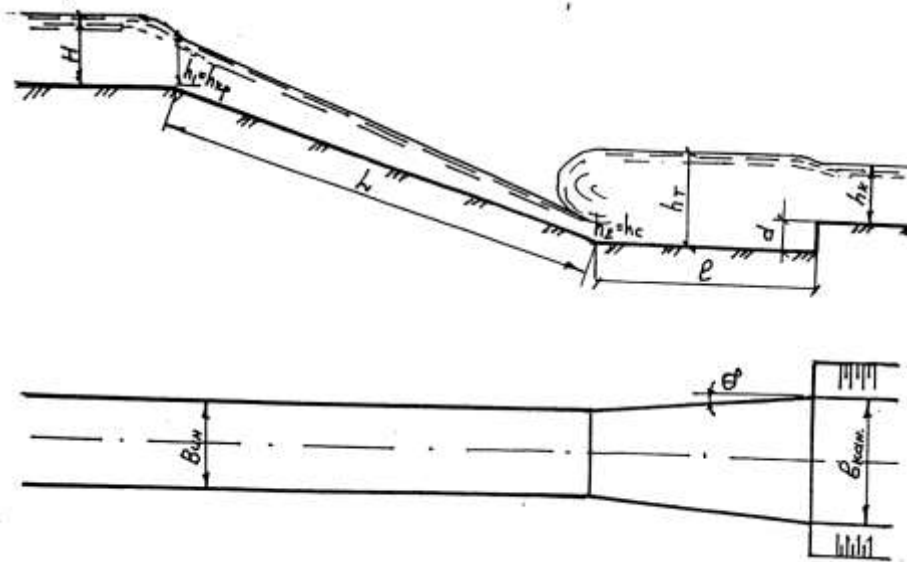
Водослив остонасидаги тўлиқ босим қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$H_0 = H + \frac{g^2}{2g}, \quad (3)$$

бунда H -водослив остонасидаги босим; g -келувчи каналдаги сув тезлиги, $g = Q/\omega$.

(1)-формуладан иншоот кириш қисми кенглиги B топилади.

Кенглиги доимий бўлган тезоқар нов ҳисоби. Тезоқар нов узунлиги бўйича икки характерли участкани кузатиш мумкин: биринчисида нотекис ҳаракат режими кузатилади ва сув сатҳининг пассايиши кузатилади (1-расм).



1-расм. Доимий кенгликдаги узани силлиқ тезоқар гидравлик ҳисоби схемаси.

Шу сабабли тезоқар нов узунлиги бўйича сув чуқурлиги $h = h_{kp}$ дан h_o гача камайиб боради.

Берилган сув сарфи ва тезоқарнинг аниқланган геометрик ўлчамлари асосида гидравлик ҳисоб бўйича унинг охиридаги чуқурлик аниқланади. Бундай ҳисоблар нотекис ҳаракат формуласи бўйича олиб борилади:

$$\frac{i \cdot l}{h_o} = \eta_2 - \eta_1 - (1 - j_{yp})[\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)], \quad (4)$$

бунда i -тезоқар нов нишаблиги; h_o -текис ҳаракатдаги сув чуқурлиги; $\eta_1 = \frac{h_1}{h_o}$ ва

$\eta_2 = \frac{h_2}{h_o}$ - нисбий чуқурликлар; $j_{yp} = \frac{2C_{yp}^2 \cdot i \cdot B_{yp}}{g x_{yp}}$; $\varphi(\eta_1)$ -нисбий чуқурлик функцияси унинг қиймати жадвалдан олинади.

Тезоқар нов бошидаги чуқурлик критик чуқурлик h_{kp} га тенг бўлади ва тўғри бурчакли кесим учун қуйидаги формуладан аниқланади:

$$h_{kp} = \sqrt[3]{\frac{aq^2}{g}}, \quad (5)$$

Нотекис ҳаракат формуласидаги h_1 чуқурлик h_{kp} чуқурликка тенг, ҳисоблар учун $h_1 = h_{kp}$ қабул қилинади. Нов охирида h_c чуқурликка эга бўламиз, формулада бу чуқурлик h_2 билан белгиланган. Агар нов узунлиги маълум бўлса, бу чуқурлик h_2 номаълумдир.

Нов узунлиги бўйича ихтиёрий l_1, l_2 ва ҳоказо қийматлар бериб, формула бўйича ҳар бир участка охиридаги сув чуқурликлари топилади. Чуқурликлар (h) кесмаси юқорисини раво бирлаштириб сув сатҳини эгри чизиқли пассايши ҳосил бўлади.

Агар сув оқимининг бошланишидаги ва охиридаги чуқурликлари берилган бўлса, (4)-формуладан нотекис ҳаракат участкасининг узунлиги топилади.

Сўндиргич ҳисоби. Тезоқар охиридаги сув чуқурлиги h_2 сиқик чуқурликка тенг деб оламиз, $h_2 = h_c$. Агар сув урилма қудуғи кенглиги доимий ва тўғри бурчакли кесимга эга бўлса иккинчи туташ чуқурлик қуйидаги формуладан топилади:

$$h_T = 0,5h_c \left[\sqrt{1 + \frac{8\alpha q^2}{hg_c^3}} - 1 \right], \quad (6)$$

Ҳар қандай шаклдаги призматик узанларда иккинчи туташ чуқурлик сакраш тенгламаси функциясидан аниқланади:

$$\frac{\alpha Q^2}{g\omega_1} + y_1\varpi_1 = \frac{\alpha Q^2}{g\omega_2} + y_2\omega_2, \quad (7)$$

бунда ω_1 ва ω_2 -мос равишда сакраш олдидаги ва кейинидаги жонли кесим юзалари; y_1 ва y_2 -мос равишда сув сатҳидан юзаларнинг оғирлик марказигача бўлган чуқурлик.

Кудук чуқурлиги:

$$d = 1,1h_T - h_k, \quad (8)$$

Кудук узунлиги:

$$l_k = l_{cak} = (3,2 \dots 4,3)h_T, \quad (9)$$

Агар сув урилма варонка (кенгаювчи) кўринишда бўлса, сув оқими ён деворлардан ажралмасдан оқиши лозим. Бу эса қуйидаги шарт асосида таъминланади:

$$tg\theta = \frac{1}{\sqrt{\Pi_k}}, \quad (10)$$

бунда, $\Pi_k = \frac{\alpha Q^2}{gh}$ - чиқик чуқурлик кинетик параметри.

Кучайтирилган ғадир-будурли тезоқар ҳисоби. Кучайтирилган ғадир-будурлик ўлчамларини аниқлаш жуда кўп услублар билан топилади.

Е.А.Замарин услуби бўйича кучайтирилган ғадир-будурлик ўлчамлари эмпирик формула бўйича аниқланади:

$$1000 \cdot K = A - E\alpha \pm D\beta, \quad (11)$$

бунда K -тезлик кўпайтувчиси S -га тескари бўлган қиймат; A , E , D -рақамли коэффицентлар, ҳар хил ғадир-будурликлар учун тажриба йўли билан аниқланади; $\alpha = \frac{h}{\Delta}$; $\beta = \frac{B}{h}$; h -ғадир-будурлик устидаги сув чуқурлиги; B -тезоқар нов кенглиги, Δ – ғадир-будурлик баландлиги.

Ғадир-будурликлар орасидаги масофа $\lambda = 8\Delta \beta$ 1,0 дан 12,0 гача ўзгарса.

Масала. Берилган қуйидаги маълумотлар асосида узани силлиқ тезоқар ҳисоби бажарилсин: 1. Каналдаги сув сарфлари $Q_{\text{нор}} = 25 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{\text{мин}} = 15,0 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{\text{макс}} = 31,0 \text{ м}^3/\text{с}$. 2. Каналдаги сув чуқурликлари $h_{\text{нор}} = 2,4 \text{ м}$, $h_{\text{мин}} = 1,75 \text{ м}$, $h_{\text{макс}} = 2,74 \text{ м}$. 3. Каналдаги сув тезликлари $g_{\text{мин}} = 0,98 \text{ м/с}$, $g_{\text{макс}} = 1,02 \text{ м/с}$. 4. Канал қияликлари $m = 1,5$. 5. Канал тубининг кенглиги $b = 7,0 \text{ м}$; 6. Умумий тушиш баландлиги $P = 12,0 \text{ м}$; 7. Новнинг нишаблиги $i = 0,2$. Тезоқар ҳисобига доир схема 1-расмда келтирилган.

Тезоқар ҳисоби бўйича берилган сув сарфи асосида кириш қисми кенглигини нов охиридаги сув чуқурлигини аниқлаш, ҳамда пастки бьеф ҳисобини бажаришдан иборатдир. Тезоқар ҳисоби нормал сув сарфи $Q_{\text{нор}} = 25,0 \text{ м}^3/\text{с}$ учун олиб борилади, қолган сув сарфлари эса текширувчи ҳисобланади. Тезоқар В20 синфли бетондан қурилади, ғадир-будурлик коэффицентини эса $n = 0,014$ қабул қиламиз.

Тезоқар кириш қисми ҳисоби. Тезоқар кириш қисмини кенг остонали водослив шаклида қабул қиламиз. Ён томондан сиқилиш коэффицентини дастлабки $\varepsilon = 0,98$ (кийинчалик унинг қиймати ҳисоблар асосида аниқлаштирилади), водосливнинг сарф коэффицентини эса $m = 0,35$ қабул қиламиз.

Иншоот остонасига таъсир қилувчи босимини ҳисоблаймиз:

$$H_o = 2,40 + \frac{0,98^2}{2 \cdot 9,81} = 2,43 \text{ м}$$

Формула (1) бўйича иншоот кириш қисми кенглигини аниқлаймиз:

$$B = \frac{25,0}{0,98 \cdot 0,35 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2,43^{3/2}}} = 4,34 \text{ м}$$

Канал билан иншоотни раван бирлаштиришда $a = 0,05$ қабул қиламиз ва ён томондан сиқилиш коэффицентини формула (2) бўйича аниқлаймиз:

$$\varepsilon = 1 - 0,05 \frac{2,43}{2,43 + 4,43} = 0,982 \quad \text{кейинги чикқан натижа дастлабки қабул}$$

қилинган қийматига тўғри келади.

Тезоқар новнинг ҳисоби. Тезоқар нов кесимини тўғри бурчакли қабул қилиб, унинг энини иншоот кириш қисми энига тенг қилиб оламиз.

Новнинг узунлигини аниқлаймиз:

$$L = \sqrt{\left(\frac{P}{i}\right)^2 + P^2} = \sqrt{\left(\frac{12,0}{0,2}\right)^2 + 12,0^2} = 61,19 \text{ м}$$

Новдаги солиштира сув сарфини ҳисоблаймиз:

$$q = \frac{Q}{B} = \frac{25,0}{4,34} = 5,76 \text{ м}^2/\text{с}$$

Нов бошидаги критик чуқурликни аниқлаймиз:

$$h_{\text{кр}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 5,76^2}{9,81}} = 1,55 \text{ м}$$

Новга сувнинг текис ҳаракатидаги чуқурлигини аниқлаймиз:

$$h_o = \left(\frac{Q \cdot n}{B \sqrt{i}} \right)^{0,6} = \left(\frac{25 \cdot 0,014}{4,34 \sqrt{0,2}} \right)^{0,6} = 0,36 \text{ м}$$

$h_o = 0,36 \text{ м}$ учун новнинг гидравлик элементларини аниқлаймиз:

$$\omega_o = B \cdot h_o = 4,34 \cdot 0,36 = 1,56 \text{ м}^2; \chi_o = B + 2h = 4,34 + 2 \cdot 0,36 = 5,06 \text{ м}$$

$$R_o = \frac{\omega_o}{\chi_o} = \frac{1,56}{5,06} = 0,308 \text{ м}; C_o = \frac{1}{n} R^{1/6} = \frac{1}{0,014} \cdot 0,308^{1/6} = 58,7$$

Сарф характеристикаси $K_o = \omega_o C_o \sqrt{R_o} = 1,56 \cdot 58,7 \sqrt{0,308} = 50,82 \text{ м}^3 / \text{с}$

$h_1 = h_{кр} = 1,55 \text{ м}$ учун новнинг гидравлик элементлари қуйидагича бўлади:

$$\omega_1 = 6,73 \text{ м}; \chi_1 = 7,44 \text{ м}, R_1 = 0,9 \text{ м}; C_1 = 70,2 \text{ м}; K_1 = 448,2 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Ўртача қийматларини ҳисоблаймиз:

$$C_{yp} = \frac{58,7 + 70,2}{2} = 64,45; \quad \chi_{yp} = \frac{5,06 + 7,44}{2} = 4,25 \text{ м}$$

Параметр j_{yp} қийматини ҳисоблаймиз:

$$j_{yp} = \frac{\alpha \cdot i \cdot C_{yp}^2 \cdot B}{g \chi_{yp}} = \frac{1,1 \cdot 0,2 \cdot 64,45^2 \cdot 4,34}{9,81 \cdot 6,25} = 64,69$$

Узанинг гидравлик кўрсаткичини аниқлаймиз:

$$X = 2 \frac{\lg K_1 - \lg K_o}{\lg h_1 - \lg h_o} = 2 \frac{\lg 448,2 - \lg 50,82}{\lg 1,55 - \lg 0,36} = 3,0$$

Нов охиридаги чуқурлик h_2 ни Бахметов формуласидан аниқлаймиз:

$$\frac{i \cdot L}{h_o} = \eta_2 - \eta_1 - (1 - j_{yp}) [\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)] \text{ бунда } \eta_1 \text{ ва } \eta_2 - \text{нисбий чуқурликлар; } \varphi(\eta_1) \text{ ва}$$

$$\varphi(\eta_2) - \text{нисбий чуқурликлар функциялари; } \eta_1 = \frac{h_1}{h_o} = \frac{1,55}{0,36} = 4,3, \quad x = 3 \quad \text{қиймати}$$

бўйича жадвалдан $\varphi(\eta_1) = 0,027$ га тенг.

Формула (1)-га бўлган қийматларини қўйиб, қуйидагига эга бўламиз:

$$\frac{0,26 \cdot 1,19}{0,36} = \eta_2 - 4,3 - (1 - 64,69) [\varphi(\eta_2) - 0,027]$$

$$\text{ёки} \quad 40,01 = \eta_2 + 63,69 \varphi(\eta_2).$$

Бу тенгламадан тезоқар нов охиридаги чуқурлик h_2 номаълум. Унинг қийматини танлов усули билан аниқлаймиз. $h_2 = 0,406 \text{ м}$ қабул қиламиз, шунда

$$\eta_2 = \frac{0,406}{0,36} = 1,127, \quad \text{жадвалдан } \varphi(\eta_2) = 0,611, \quad \text{бунда тенгламани ўнг томони}$$

$1,127 + 63,69 \cdot 0,611 = 40,04$ га тенг бўлади, чиққан натижа деярли тенгламанинг чап томонига тенгдир. Демак, тезоқар нов охиридаги чуқурликни $h_2 = 0,406 \text{ м}$ қабул қиламиз.

Тезоқар нов охиридаги сув оқими тезлиги:

$$v = \frac{q}{h_2} = \frac{5,76}{0,406} = 14,19 \text{ м/с}$$

Пастки бьеф ҳисоби. Тезоқар новдан кейин планда кенгаювчи шаклдаги сув урилма қудуғини ўрнатамиз. Қудуқнинг бошланишидаги кенглиги тезоқар

нов кенглиги $B_1=4,34$ м, охирида эса канал тубининг кенглиги $B_2=7,0$ м га тенгдир. Қудуқ деворларини вертикал қабул қиламиз.

Биринчи сиқилган чуқурликни тезоқар нов охиридаги чуқурлик $h_c = h_2 = 0,406$ м га тенг деб қабул қиламиз ва иккинчи туташ чуқурликни сакраш функцияси тенгламасидан аниқлаймиз:

$$\frac{\alpha Q^2}{g \omega_1} + y_1 \omega_1 = \frac{\alpha Q^2}{g \omega_2} + y_2 \omega_2, \quad (3)$$

бунда ω_1 ва ω_2 -мос равишда оқимнинг сиқилган ва туташ жойларидаги жонли кесим юзалари; y_1 ва y_2 -мос равишда сиқилган ва туташ чуқурлик кесимларидаги сув сатҳидан жонли кесим юзаларининг оғирлик марказларигача бўлган масофалар.

Сиқилган кесимдаги $h_c = 0,406$ учун $\omega_1 = 4,34 \cdot 0,406 = 1,76 \text{ м}^2$, $Z_1 = 0,5 \cdot 0,406 = 0,203 \text{ м}$, туташ кесим учун $\omega_2 = 7,0 h_T$, $Z_2 = 0,5 h_T$.

Маълум бўлган қийматларни сакраш функцияси тенгламасига қўйиб, қуйидагига эга бўламиз

$$\frac{1,05 \cdot 25,0^2}{9,81 \cdot 1,76} + 0,203 \cdot 1,76 = \frac{1,05 \cdot 25,0^2}{9,81 \cdot 7,0 h_T} + 0,5 h_T \cdot 7,0 h_T$$

Тенглама соддалаштирилгандан сўнг қуйидаги кўринишга келади:

$$38,36 = \frac{9,56}{h_T} + 3,5 h_T^2.$$

Тенгламани танлов усулида ечиб $h_T = 3,18$ м қийматига эга бўламиз. Шундай қилиб иккинчи чуқурлик қийматини $h_T = 3,18$ м га тенг деб оламиз.

Қудуқ чуқурлигини аниқлаймиз:

$$d = 1,1 h_T - h_K = 1,1 \cdot 3,18 - 2,4 = 1,098 \text{ м}.$$

Қудуқ чуқурлигини $d = 1,1$ м қабул қиламиз:

$$l = l_c = (3,2 \dots 4,3) h_T = 4,3 \cdot 3,18 = 13,7 \text{ м}.$$

Сув оқимининг сув урилма қудуқ деворларидан ажралмасдан оқишини таъминлаш учун кенгайиш бурчаги қуйидаги шартни қаноатлантириши керак:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{1}{\sqrt{\Pi_K}}$$

бунда $\Pi_K = \frac{a g^2}{2 g h_c}$, бу ерда g –тезоқар нов охиридаги тезлик, $14,19$ м/с-га тенг, $a = 1,10$, $h_c = 0,406$ м - тезоқар нов охиридаги сув чуқурлиги, бундан

$$\Pi_K = \frac{1,1 \cdot 14,19^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,406} = 27,8;$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{1}{\sqrt{27,8}} = 0,1897 \text{ ва } \theta = 10,64^\circ$$

$$\text{Ҳақиқий кенгайиш бурчаги } \operatorname{tg} \theta = \frac{7 - 4,34}{2 \cdot 13,7} = 0,097 \text{ ва } \theta = 5,54^\circ \text{ демак, сув}$$

урилма қудуқ узунлиги бўйича сув оқимининг унинг деворларидан ажралмасдан оқиши таъминланган.

Тезоқардан максимал $Q_{\max}=31,0 \text{ м}^3/\text{с}$ сув сарфини ўтказиш. Тезоқар нов тубининг кенглиги $b=4,34 \text{ м}$ бўлганда, кенг остонали водослив формуласидан фойдаланиб ва учун $\varepsilon=0,98$ ва $m=0,35$ қабул қилиб водослив остонасидаги сув чуқурлигини аниқлаймиз:

$$H_o = \left(\frac{31,0}{0,98 \cdot 0,35 \cdot 4,43 \cdot 4,34} \right)^{2/3} = 2,8 \text{ м}$$

Каналдаги сув оқими тезлиги $g=1,02 \text{ м/с}$, бундан тезлик босими $\frac{g^2}{2g} = \frac{1,02^2}{2 \cdot 9,8} = 0,050 \text{ м}$ ва $H = 2,8 - 0,05 = 2,75 \text{ м}$ га тенг.

$Q_{\max}=31,0 \text{ м}^3/\text{с}$ сув сарфини ўтказиш шароитида каналдаги сув чуқурлиги $h_{\max} = 2,74 \text{ м}$ га тенг, демак, иншоот олдида $\Delta h = 2,75 - 2,74 = 0,01 \text{ м}$ га тенг бўлган каналда сув тезлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$g = \frac{31,0}{(7,0 + 1,5 \cdot 2,75)2,75} = 1,01 \text{ м/с}$$

Каналдан максимал сув сарфини текис ҳаракат шароитида ўтказишида сув оқими тезлиги $g_{\max}=1,02 \text{ м/с}$ га тенгдир, бундан кўриниб турибдики, сув тезлиги $0,01 \text{ м/с}$ - га камаяди.

Тезоқардан минимал $Q_{\max}=15,0 \text{ м}^3/\text{с}$ сув сарфини ўтказиш. Тезоқар олдидаги сув чуқурлигини аниқлаймиз:

$$H_o = \left(\frac{15,0}{0,35 \cdot 0,98 \cdot 4,43 \cdot 4,34} \right)^{2/3} = 1,73 \text{ м}$$

Каналда сув тезлиги $g_{\min} = 0,89 \text{ м/с}$, тезлик босими $\frac{g^2}{2g} = \frac{0,89^2}{2 \cdot 9,81} = 0,04 \text{ м}$

бўлганда $H = 1,73 - 0,04 = 1,71 \text{ м}$ бўлади. Каналдан $Q_{\min}=15,0 \text{ м}^3/\text{с}$ сув сарфини ўтказиш шароитида ундаги сув чуқурлиги $h_{\min} = 1,75 \text{ м}$ тенг, демак, иншоотда $\Delta h = 1,75 - 1,73 = 0,02 \text{ м}$ сув сатҳи пассаяди ва каналдаги сув тезлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$g = \frac{15,0}{(7,0 + 1,5 \cdot 1,73)1,73} = 0,9 \text{ м/с}$$

Сув оқимининг текис ҳаракат шароитида сув тезлиги $0,89 \text{ м}^3/\text{с}$ га тенг.

Ғадир-будурлик бошланиш жойини аниқлаш. Тезоқар охирида сув оқими тезлиги $14,19 \text{ м}^3/\text{с}$ (олдинги мисол бўйича) тенг. Маркаси юқори бўлмаган бетонлар учун тезликни чегаралаш тавсия этилади ва унинг қиймати $10 \text{ м}^3/\text{с}$ - дан юқори қабул қилинмайди. Тезликни $14,19 \text{ м/с}$ - дан $10,0 \text{ м/с}$ - гача камайтириш ғадир-будурлик ўрнатиши билан амалга оширилади, унинг бошланиш қисмидаги сув чуқурлиги қуйидагига тенг:

$$h = \frac{q}{g_u} = \frac{5,76}{10,0} = 0,576 \text{ м}$$

Тезоқар нов бошидан бу чуқурлик ҳосил бўладиган кесимгача бўлган масофа $l_{\text{зад}}$ нотекис ҳаракат тенгламаси (4)-дан аниқланади ва ундан қуйидагилар келиб чиқади:

$$\eta_1 = \frac{1,55}{0,236} = 4,3; \varphi(\eta_1) = 0,027; \eta_2 = \frac{0,576}{0,36} = 1,6; \varphi(\eta_2) = 0,218$$

$\varphi(\eta_1)$ ва $\varphi(\eta_2)$ функциялар узаннинг гидравлик кўрсаткичи $x=3$ бўлганда қилинган. C_{yp} ва χ_{yp} ўртача қийматларини $h_1 = h_{kp} = 1,55m$ ва $h_2 = 0,576 m$ чуқурликлари учун аниқлаймиз. $h_1 = 1,55m$ учун $\omega_1 = 6,73m^2$; $\chi_1 = 7,44m$; $R_1 = 0,9m$; $C_1 = 70,2m$; $K_1 = 448,2m^3 / c$ эга бўламиз.

$h_2 = 0,576m$ учун $\omega_2 = 2,5m^2$; $\chi_2 = 5,49m$; $R_2 = 0,46m$; $C_2 = 62,8$; $K_2 = 106,5m^3 / c$ эга бўламиз.

$$\text{Ўртача қийматлар } C_{yp} = \frac{70,2 + 62,8}{2} = 66,5; \chi_{yp} = \frac{7,44 + 5,49}{2} = 6,47m$$

$$\text{бундан } j_{yp} = \frac{1,1 \cdot 0,2 \cdot 66,5^2 \cdot 4,34}{9,81 \cdot 6,47} = 66,52$$

Маълум бўлган қийматларини нотекис ҳаракат тенгламаси формуласига қўйиб қуйидагига эга бўламиз:

$$\frac{0,2}{0,36} l_{zod} = 1,6 - 4,3 - (1 - 66,52)(0,218 - 0,027)$$

бундан $l_{zod} = 17,7 m$.

Ғадир-будурлик ўлчамларини ҳисоблаш. Нормал бруслар кўринишидаги ғадир-будурлик қабул қиламиз ва унинг баландлиги қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$1000K = A - Ea \pm D\beta$$

бунда А, Е, Д - рақамли коэффициентлар, нормал, бруслар учун $A=47,5$, $E=-1,2$, $D=+0,1$; К-тезлик кўпайтувчиси С га тескари бўлган қиймат:

$$K = \frac{1}{C} = \frac{\sqrt{Ri}}{g_i} = \frac{\sqrt{0,46 \cdot 0,2}}{10} = 0,03$$

$$\alpha = \frac{h_2}{\Delta} = \frac{0,576}{\Delta}; \beta = \frac{B}{h_2} = \frac{4,34}{0,576} = 7,53$$

Аниқланган қийматларни формулага қўйиб қуйидагига эга бўламиз:

$$1000 \cdot 0,03 = 47,5 - 1,2 \frac{0,576}{\Delta} + 0,1 \cdot 7,53$$

бунда $\Delta = 0,038m$ ғадир-будурлик баландлигини $\Delta = 0,04m$ қабул қиламиз. Бруслар орасидаги масофани $\lambda = 8\Delta = 8 \cdot 0,32m$ қабул қиламиз.

Ғадир-будурлик бўлганда пастки бьеф ҳисоби. Тезоқар нов охирида тезликнинг пассайиш сув урилма кудуқ чуқурлиги ва узунлигини камайишига олиб келади. Биринчи сиқик туташ чуқурликни ғадир-будурлик устидаги чуқурликка $h_c - h_2 = 0,576m$ тенг деб оламиз ва унда $\omega_1 = 4,34 \cdot 0,576 = 2,5m^2$; $\omega_2 = 7,0h_T$; $Z_2 = 0,5h_T$; $Z_1 = 0,5 \cdot 0,576 = 0,29$.

Аниқланган қийматларни сакраш функцияси тенгламасига қўйиб қуйидагига эга бўламиз:

$$\frac{1,05 \cdot 25,0^2}{9,81 \cdot 2,5} + 0,29 \cdot 2,5 = \frac{1,05 \cdot 25,0^2}{9,81 \cdot 7,0h_T} + 0,5h_T \cdot 7,0h_T$$

Тенглама соддалаштирилгандан сўнг қуйидаги кўринишга келади:

$$27,48 = \frac{9,56}{h_T} + 3,5h_T^2$$

Тенгламани танлов усулида ечиб $h=2,6$ м қийматига эга бўламиз, демак, иккинчи туташ чуқурлик қийматини $h_T=2,6$ м га тенг деб оламиз.

Қудук чуқурлиги $d=1,6 \cdot 2,6 - 2,4=0,46$ м. Қудук чуқурлигини конструктив $d=0,5$ м қабул қиламиз. Қудук узунлиги $L=4,3 \cdot 2,6=11,18$ м. Узунлиги 11,2 м ли қудук қабул қиламиз. Қудукнинг кенгайиш бурчаги $tg\theta = \frac{7,0 - 4,34}{2 \cdot 11,2} = 0,12$; $\theta = 6,8^\circ$, бу ўз навбатида сув оқимининг девордан ажралмаган ҳолда оқишини таъминлайди.

Адабиётлар

1. Хусанхўжаев З.Х. Гидротехника иншоотлари ҳисоби. - Ўқитувчи., Т., 1979 й.
2. Курсовое и дипломное проектирование по гидротехническим сооружениям. Под В.С. Лапшенкова., - М., Агропромиздат, 1989 г.
3. Журавлев Г.И. Гидротехнические сооружения - М., Колос, 1979 г.
4. Проектирование гидротехнических сооружений. - М., Колос. 1977 г.

