

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ  
ВАЗИРЛИГИ  
ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

**БИНО ВА ИНШООТЛАР ҚУРИЛИШИ ФАКУЛЬТЕТИ  
«ГИДРОТЕХНИКА ИНШООТЛАРИ, ЗАМИН ВА  
ПОЙДЕВОРЛАР» КАФЕДРАСИ**

**«ҚОЯ ГРУНТЛИ ЗАМИНЛАРДА ЮҚОРИ БОСИМЛИ БЕТОН  
ТЎҒОНЛАРНИ ЛОЙИҲАЛАШ»  
(Услубий қўлланма)**

**Тошкент — 2017**

**УДК: № 627**

**Муаллифлар:** Х. Файзиев, К.И. Назаров.

«Қоя грунтли заминларда юқори босимли бетон тўғонларни лойиҳалаш»: услубий қўлланма. Тошкент архитектура қурилиш институти. Тошкент, 2017 й.

Ушбу услубий қўлланма 5А340701 “Гидротехника иншоотлари” магистратура мутахассислиги талабалари учун «Гидротехника қурилишининг махсус масалалари» фанидан курс лойиҳасини бажаришга мўлжалланган. Унда юқори босимли бетон тўғонларни лойиҳалашни асосий принциплари баён қилинган. Бетон тўғонларнинг гидравлик, фильтрацион ва статик ҳисоблари ва конструктив элементларини асослаш келтирилган.

**Такризчилар:**

**Қодирова М.Г.-А.-** т.ф.н., «ТИҚХММИ “Гидротехника иншоотлари ва муҳандислик конструкциялари” кафедраси доценти.

**Хусанхўжаев Ў.И.** - т.ф.н., ТАҚИ «Гидротехника иншоотлари замин ва пойдеворлар» кафедраси доценти.

Тошкент архитектура қурилиш институти илмий-услубий кенгашининг 2017 йил 7-июлдаги 9 -сонли мажлисида услубий қўлланма сифатида нашр этиш учун тавсия этилган.

© ТАҚИ-2017

## СЎЗ БОШИ

Ҳозирги пайтда комплекс аҳамиятга эга бўлган гидроузелларни қуриш кенг тарқалган. Бетон тўғонлар бундай иншоотларнинг асосий таркибий қисми ҳисобланади. Юқори босимли бетон тўғонлар кўпроқ қоя тошли заминларда қурилмоқда.

Ушбу услубий қўлланма 5А340701 “Гидротехника иншоотлари” магистратура мутахассислиги талабалари учун «Гидротехника қурилишининг махсус масалалари» фанидан курс лойиҳасини бажаришга мўлжалланган.

Курс лойиҳасини бажаришдан асосий мақсад талабаларни бетон тўғонларни лойиҳалашда адабиётлар ва меъёрий ҳужжатлар билан мустақил ишлашга ўргатишдир. Унда талаба тўғонларни лойиҳалашнинг асосий принципларини ва унинг ҳисоблаш усуллари бўйича эгаллаган билимларини амалда синаб кўриши керак.

Курс лойиҳасини бажаришда талаба берилган топшириқ бўйича тўғон қуриш жойини танлаши, гидроузел тарҳини қуриши, гидравлик, фильтрацион, статик ҳисоблар ёрдамида тўғон конструктив элементларини асослаши керак.

Тўғон танасидаги кучланишларни эластиклик назарияси усули билан ҳисоблаш ва кучланиш изостатлари ва траекториясини қуриш керак.

Курс лойиҳаси таркибига изоҳнома ва чизмалар киради.

Изоҳномада қуйидаги масалалар: қурилиш жойи; умумий шароитлари; қурилиш жойини танлаш; тўғон конструкцияси; унинг элементлари ва ўлчамларини асослаш; гидравлик, фильтрацион ва статик ҳисоблар баён этилиши керак.

Чизмалар қуйидагиларни ўз ичига олиши лозим: гидроузел бош тарҳи; тўғоннинг кўндаланг кесими унинг ҳамма элементлари билан (тиш, устун, галерея, кўприк, дренаж ва ҳ.к); тўғонни пастки бьефдан кўриниши; тўғоннинг 4-6 қисмларини чизмаси (раҳбар кўрсатмасига биноан).

## **1. Тўғон қуриш жойини танлаш**

Бунда талаба берилган тархда тўғон қуриш учун бир нечта жой белгилаб олади. Бизга маълумки, тўғон қуриш жойини сув ишоотларининг жойлашиши, қурилиш майдонининг иқлими, топографик, гидрологик, геологик ва гидрогеологик шароитлари ва атроф мухитни муҳофаза қилиш талаблари билан боғлаб ишлаб чиқилган ҳар хил вариантларни техник иқтисодий таққослаб узил-кесил танлаб олинади. Юқоридаги кўрсатмалар бир хил бўлганда, кўпинча дарё ўзанининг энг тор ва қоя тош грунтлардан иборат бўлган қисмига афзаллик берилади.

Бу курс лойиҳасини бажаришда талаба ишини енгиллаштириш мақсадида энг қулай тўғон қуриш жойи қилиб, белгиланган створдан кўндаланг кесим майдонининг энг кичик бўлган жойи қабул қилиш тавсия этилади. Тўғон қуриш учун танланган жой тархи ва унинг кўндаланг кесими 1-расмда келтирилган.

Танлаб олинган жой учун баландлик схемаси қурилади, унда МДО, НДО, ФСО отметкалари кўрсатилади ва  $Q=f(h)$  графиги қурилади [2-расм].

## **2. Гравитацион тўғонларнинг асосий конструктив элементлари**

Силжишга ўз оғирликлари билан қаршилиқ кўрсата оладиган тўғонлар гравитацион тўғонлар дейилади. Ўз вазифасига кўра улар сув ўтказмайдиган ва сув оқизма тўғонларга бўлинади.

**КЎНДАЛАНГ КЕСИМИ.** Қоя тош заминли грунтларда қуриладиган бетон тўғонларнинг назарий кесими учбурчак кўринишда бўлади ва унинг учбурчак қирраси НДО да жойлашади. Тўғоннинг юқори қиялигининг сув сатҳи ўзгариб турадиган қисмини вертикал ва ундан паст қисмини қия қилиш мумкин. Қиялик шундай қилинганда тўғоннинг бу қисми сув омбори сувдан бўшатилганда унинг тубидаги кучланишлар асосининг ҳамма ерларида бир хил бўлади. Тўғоннинг пастки қиялиги коэффиценти  $m=0.65-0.85$  бўлади.

Тўғоннинг ҳақиқий профили назарий профилдан анча фарқ қилади. Устидан сув ўтказмайдиган тўғонларнинг тепа қисми ўткир бурчак ҳосил қилиб тугамайди, унинг устки қисми кенглиги ундан ўтадиган йўл категориясига боғлиқ бўлади.

Тўғон устининг ҳисобий сув отметкасидан баландлиги худди грунтли тўғонлардаги каби сувнинг икки ҳолати учун қуйидаги ифода билан аниқланади ва улардан энг каттаси қабул қилинади [ 6 ].

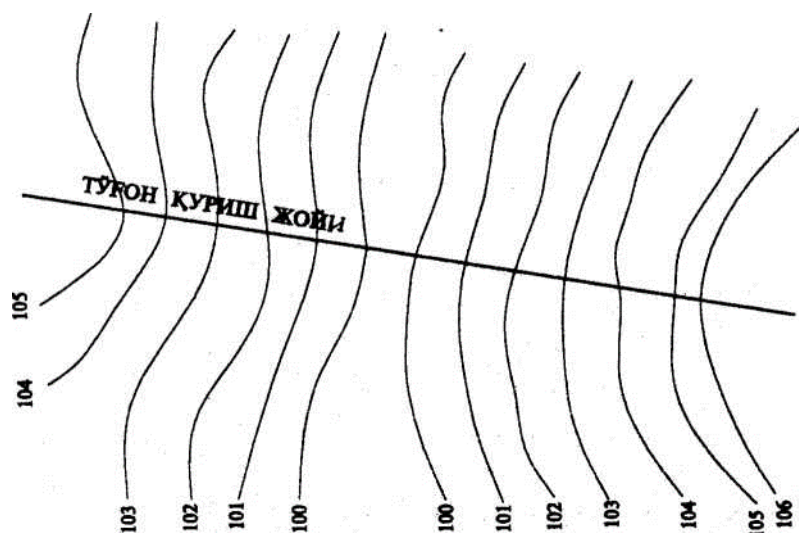
$$\text{НДО учун } h_s = \Delta h_{1\%} + h_{Н1\%} + a \quad (1)$$

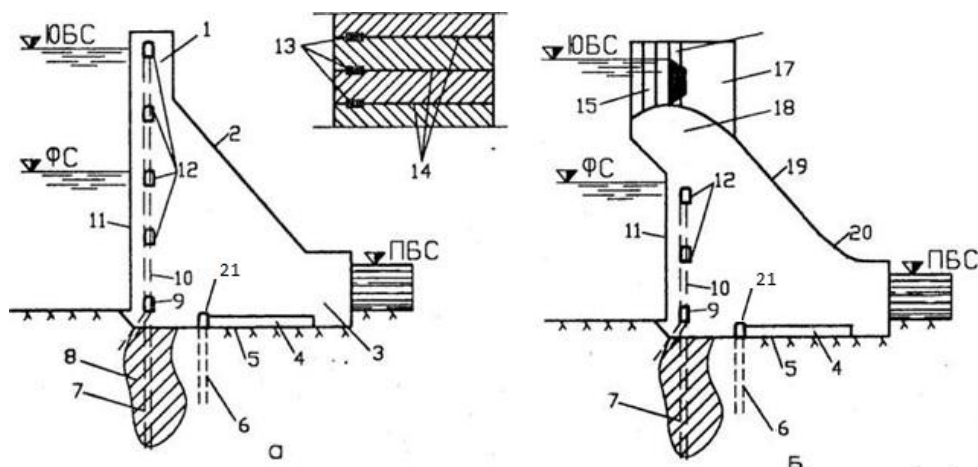
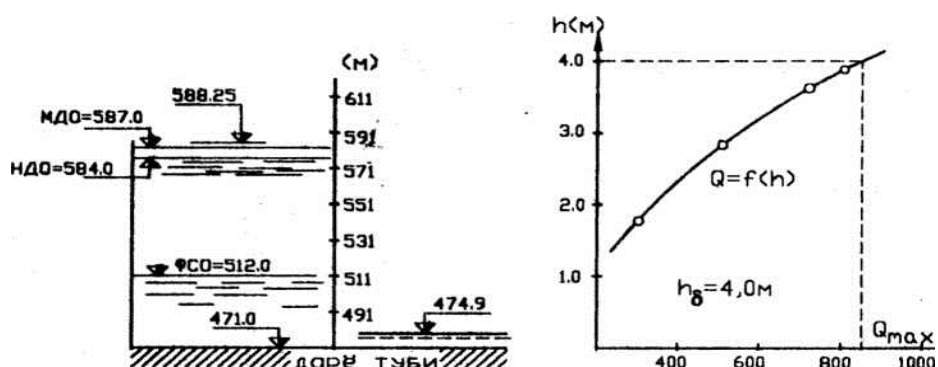
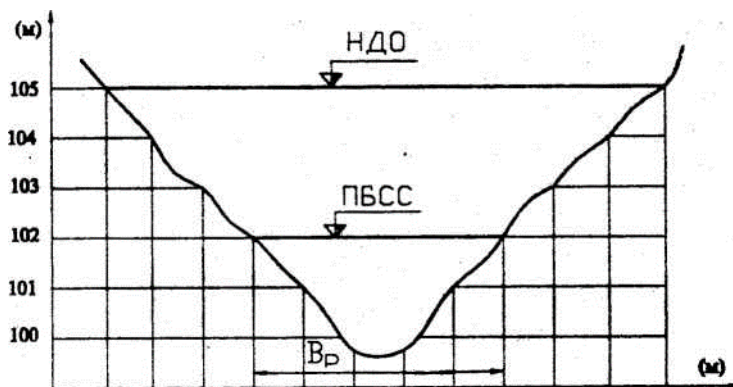
$$\text{МДО учун } h_s = \Delta h_{50\%} + h_{Н50\%} + a \quad (2)$$

Юқори киялик тик ёки  $60^\circ$  дан катта бўлганда  $h_{Н1\%}$  ва  $h_{Н50}$  миқдори шамоқ тўлкинининг баландлигига тенг қилиб қабул қилинади

Устидан сув ўтмайдиган ва сув окизма тўғоннинг конструкцияси ундаги элементлари билан 3-расмда келтирилган.

**ФИЛЬТРАЦИЯГА ҚАРШИ ҚУРИЛМАЛАРИ.** Тўғоннинг турғунлиги ва унинг ихчам бўлишида фильтрация босимини бутунлай йўқотиш ёки қисман камайтириш катта аҳамиятга эга. Бунинг учун тўғон юқори бьеф томонидаги заминида цементация пардасини ҳамда асосида дренаж қуриш тавсия қилинади.





3-расм. Қоя грунтли заминлардаги гравитацион тўғонлар:  
 а-сув ўтказмайдиган; б-сув оқизма; 1-тўғон усти; 2-пастки қиялик; 3-тўғон танасининг пастки қисми; 4-горизонтал дренаж; 5-тўғон туби; 6-асосни дренаж қудуқлари; 7-цементация пардаси; 8-цементацияланган майдон; 9-цементация галереяси; 10-тўғон танасидаги дренаж; 11-юқори қиялик чети; 12-назорат галереяси; 13-филтрацияга қаршии зичлагич; 14-ҳарорат чоклари; 15-таъмирлаш затвори пази; 16-ишчи затвор пази; 17-сув бўлувчи устунлар; 18-сув оқизма тепаси; 19-сув оқиб ўтиши қисми; 20-трамплин; 21-дренаж галереяси.

Чукур цементация пардаси, фильтрация босимини камайтиришда катта аҳамиятга эга бўлсада, лекин у фильтрация босимини бутунлай йўқота олмайди. Сўнмай қолган фильтрация босимини янада сўндириш мақсадида тўғон заминиди дренаж скважиналари қазилади.

Фильтрация босимини қиймати бунда қуйидаги формула билан аниқланади (4-расм), [1].

Босимли тўғонлар учун  $25 < H < 75$  м бўлганда

$$W_{\phi} = 0,5\gamma H [\ell(1 - \alpha_0) + b\alpha_1''] \cdot \alpha_2 \quad (3)$$

$H > 75$  м бўлганда

$$W_{\phi} = 0,5\gamma H [\ell_1(1 - \alpha_1' - \alpha_1'') + \ell_2\alpha_1' + b\alpha_1''] \cdot \alpha_2 \quad (4)$$

бу ерда:  $\ell_1$  – тўғоннинг юқори қиялигидан цементация пардасининг ўқигача бўлган масофа;

$\ell_2$  – цементация пардаси ўқи билан дренаж ўқи орасидаги масофа;

$\alpha_1'$  ва  $\alpha_1''$  – цементация ўқи билан дренаж ўқидаги босим коэффициентлари (1-жадвал);

$\alpha_2$  – дарзлилиқ коэффициентлари  $\alpha_2 = 0.7 \div 1.0$ ;

$\alpha_0$  – қоя асосида фильтрация ҳаракати туфайли (цементация пардачасигача) босимини йўқотилишини кўрсатадиган коэффициент, кўпинча  $\alpha_0 = 0$ ;  $b$  – тўғон асосининг кенглиги.

1-жадвал

### Цементация ўқи билан дренаж ўқидаги босим коэффициентлари

| Бетон тўғон тури | $\alpha_1' = h_{\text{оц}}/H$ |        | $\alpha_1'' = h_{\text{од}}/H$ |        |
|------------------|-------------------------------|--------|--------------------------------|--------|
|                  | Кучлар бирикмаси              |        |                                |        |
|                  | Асосий                        | Махсус | Асосий                         | Махсус |
| Паст босимли     | 0.3                           | 0.4    | 0.0                            | 0.15   |
| Ўрта босимли     | 0.4                           | 0.5    | 0.15                           | 0.25   |
| Юқори босимли    | 0.5                           | 0.6    | 0.25                           | 0.35   |

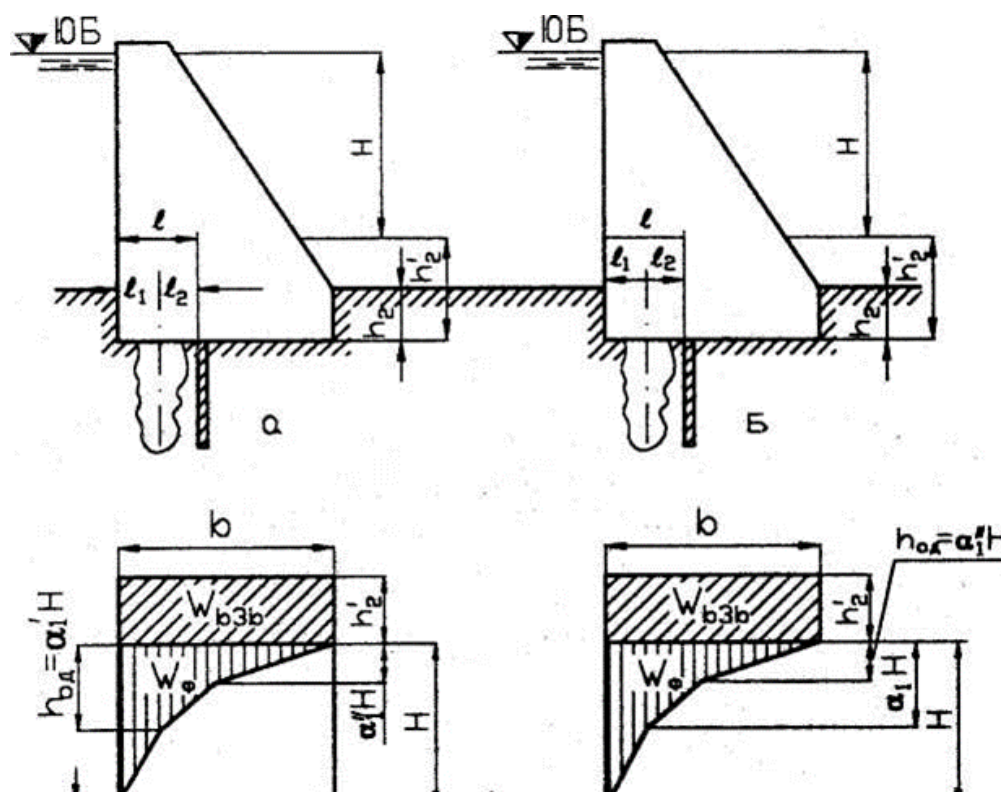
$\alpha_1' = h_{\text{оц}}/H$  – цементация пардаси ўқидаги қолдиқ босим;

$\alpha_1'' = h_{\text{од}}/H$  – дренаж ўқидаги қолдиқ босим.

Муаллақ тутиб турувчи босимнинг эпюраси асос кесими бўйича тўғри тўртбурчак шаклида қабул қилинади. Тўғон контури мураккаб кўринишга эга бўлганда ҳақиқий кўриниш бўйича қабул қилинади, Тўғри тўртбурчакли эпюрада унинг миқдори қуйидагича аниқланади.

$$W_{\text{муал}} = \alpha_2 \cdot \gamma \cdot h'_1 \cdot b \quad (5)$$

бу ерда:  $h'_1$  - тўғон тубидан пастки бьефдаги сув сатҳигача бўлган масофа (4-расм).



4-расм. Тўғон филътрация ҳисоби.

**Мисол.** Қуйидаги маълумотлар асосида бетон тўғон тубидаги филътрация босимини миқдорини аниқланг.

$H = 97.7$  м,  $l_1 = 5$  м,  $l_2 = 8$  м,  $b = 71.4$  м,  $h_2' = 3.5$  м (4) ифодадан филътрация босимини миқдорини аниқлаймиз.

$$\begin{aligned} W_{\phi} &= 0.5 \gamma_0 H [l_1 (1 + \alpha_1' - \alpha_2'') + l_2 \alpha_1' + b \alpha_2''] \alpha_2 \\ &= 0.5 \cdot 97.7 [5(1 + 0.6 - 0.35) + 8 \cdot 0.6 + 71.4 \cdot 0.35] \cdot 0.8 \\ &= 1408.44 \text{ т} \end{aligned}$$

Бунда  $\alpha'_1 = 0.6$   $\alpha''_2 = 0.35$   $\alpha_2 = 0.8$

Муаллақ тутиб турувчи босим миқдори (5) ифодадан аниқланади.

$$W_m = \alpha_2 \cdot \gamma_0 \cdot h'_2 \cdot b = 0,8 \cdot 1 \cdot 3,5 \cdot 71,4 = 199,92 \text{ т}$$

Цементация пардаси босим билан маълум суюқликдаги қоришма юбориб ҳосил қилинади. Бу ишларни бажарилиши махсус ўлчов асбоблари ёрдамида яхшилаб кузатиб борилади.

Цементация пардасининг чуқурлиги, замин грунтлари филтрация ҳоссалари ва тўғон тубига таъсир қилаётган тескари босимни камайтириш талабларига кўра белгиланади. Агар тўғон заминида сув ўтказувчан қатлам унча чуқур бўлмаса парда сув тўсиққача бажарилади ва сув тўсиққа бироз кириб боради. Сув тўсиқ қатлам йўқ бўлса, ёки у жуда чуқур жойлашган бўлса, у ҳолда парданинг чуқурлиги учун шартли сув тўсиқ қилиб сув шимиш 0.01-0.05 л/мин бўлган зона олинади. Кўпинча унинг чуқурлиги  $h_{\text{цз}} = (0.5-0.8) \text{ Н}$  дан  $\text{Н}$  гача бўлади.

Цементация ишларини лойиҳалашда қоя тош грунтларнинг сув ўтказувчанлиги солиштирма сув шимувчанлик билан баҳоланади. Грунтнинг солиштирма сув шимувчанлиги деб, шу қудуқ орқали босим остида юбориладиган сув сарфига айтилади. У шу қудуқ босиб ўтган қоя грунтларнинг узунлиги (баландлиги) 1 м ва босим баландлиги 1 м ҳисобига кўра аниқланади.

$$q = \frac{Q}{H \cdot l} \quad (6)$$

бу ерда:  $H$ -суюқлик юбориш босими;

$l$ - цементланаётган участка узунлиги (баландлиги).

Цементация ишларини бажариш тажрибаси шуни кўрсатадики, цементация пардасини қоя грунтларнинг солиштирма сув шимиши 0.1 л/мин дан кам бўлмаганда бажариш мақсадга мувофиқдир.

Цементация пардаси қалинлиги унинг қийматини шу пардада градиентлар йўл қўйилган миқдоридан ошиб кетмайдиган қилиб белгиланади.

Парда танасидаги энг катта градиент

$$I_{max} = \frac{H\Delta}{t} \quad (7)$$

бу ерда: Н-сууюқлик юбориш босими;

Δ-келтириш коэффициенти;

t-парданинг қалинлиги.

(7) формуладан аниқланган қиймат миқдори йўл қўйилган градиент миқдоридан ошиб кетмаслиги керак.

$$I_{max} \leq I_{йўл} \quad (8)$$

Йўл қўйилган градиентнинг миқдори 2- жадвалдан қабул қилинади.

1-жадвал

### Йўл қўйилган градиентнинг миқдори

| Н <sub>тўғ</sub> , м | q <sub>л/мин</sub> , дан кўп эмас | К <sub>ф</sub> , см/с | I <sub>йўл</sub> |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------|
| >100                 | 0.01                              | ≤1×10 <sup>-5</sup>   | 30               |
| 60-100               | 0.03                              | ≤6×10 <sup>-5</sup>   | 20               |
| <60                  | 0.05                              | ≤10×10 <sup>-5</sup>  | 15               |

2-жадвал

### Келтириш коэффициент қийматини тахминан қуйидагича қабул қилиш мумкин

| b/h <sub>ц.з</sub> | <1        | 1-2      | >2       |
|--------------------|-----------|----------|----------|
|                    | 0.75-0.85 | 0.7-0.75 | 0.65-0.7 |

бу ерда: b-тўғон тубининг кенглиги;

h<sub>ц.з</sub> - цементация пардаси чуқурлиги.

Тўғон заминида дренаж йўқ бўлса Δ-миқдори 20-25% камайтирилади.

Цементация қувурлари орасидаги масофа I навбатда 8-10 м, II-4 м, III- 2 м қилиб қабул қилинади. Қувурларни бундан ҳам яқинлаштириш мақсадга мувофиқ эмас. Агар шу миқдор ҳам талабга жавоб бермаса, у ҳолда 2-3 инчи қатор пардалар ҳосил қилинади.

Тўғон танасида фильтрацияга қарши тадбирлар тўғондаги фильтрация босимини камайтиришга ва бетонни ювилиб чиқиб кетиш ҳавфини олдини олишга мўлжалланган. Бунинг учун унинг юқори қисмида вертикал дренаж

ўрнатиш, экран қилиш, тўғон юқори қисмига сув ўтказмайдиган бетон ишлатиш, юқори қияликни асфальт, металл, пластмассадан иборат ҳимоя қобиғи билан қоплаш мумкин. Вертикал дренаждан тўғон четигача бўлган масофа, кўпинча унинг миқдори  $\alpha_{dr}(0.1-0.8)H_d^{II}$  бўлади. Бунда тўғон қиялигидан дренаж ўқигача бўлган энг кичик масофа қуйидаги шартни бажариши керак.

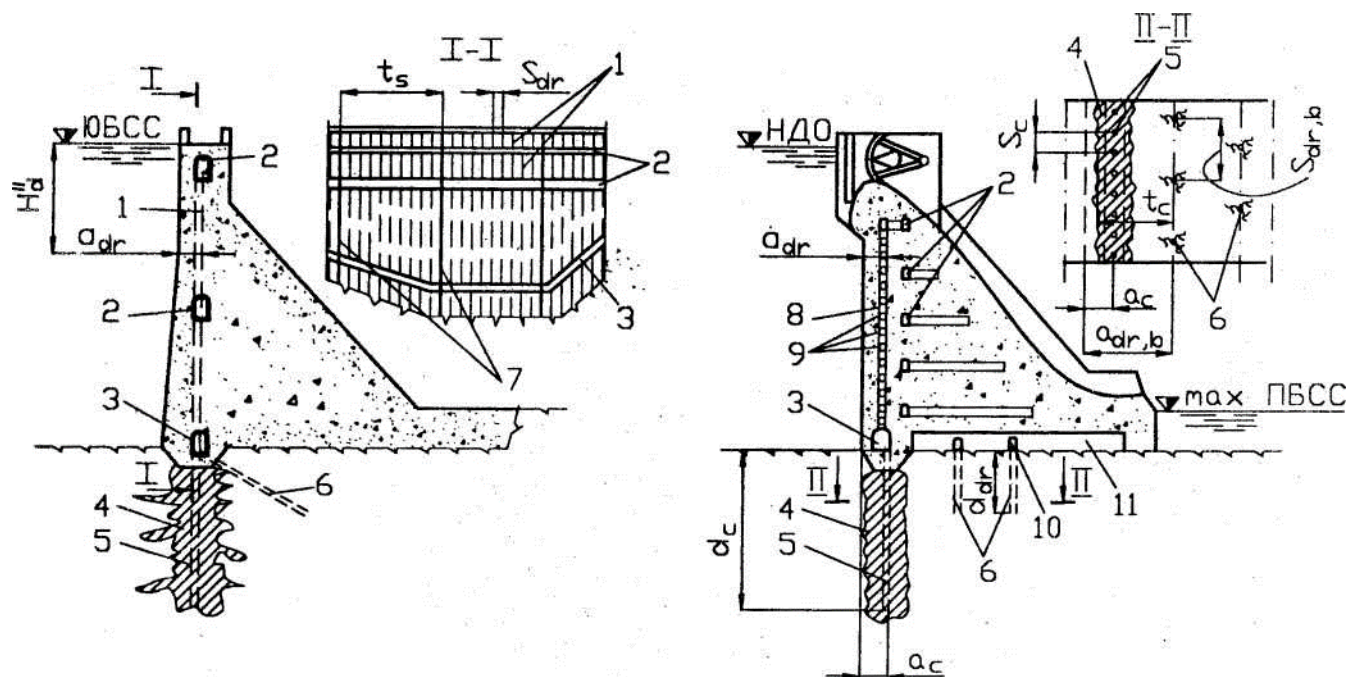
$$\alpha_{dr} \geq \frac{H_d^{II}}{I_{йўл}} \quad (9)$$

бу ерда:  $H_d^{II}$  -ҳисобий кесимдаги босим (5-расм);

$I_{йўл}$  -йўл қўйилган босим градиенти.

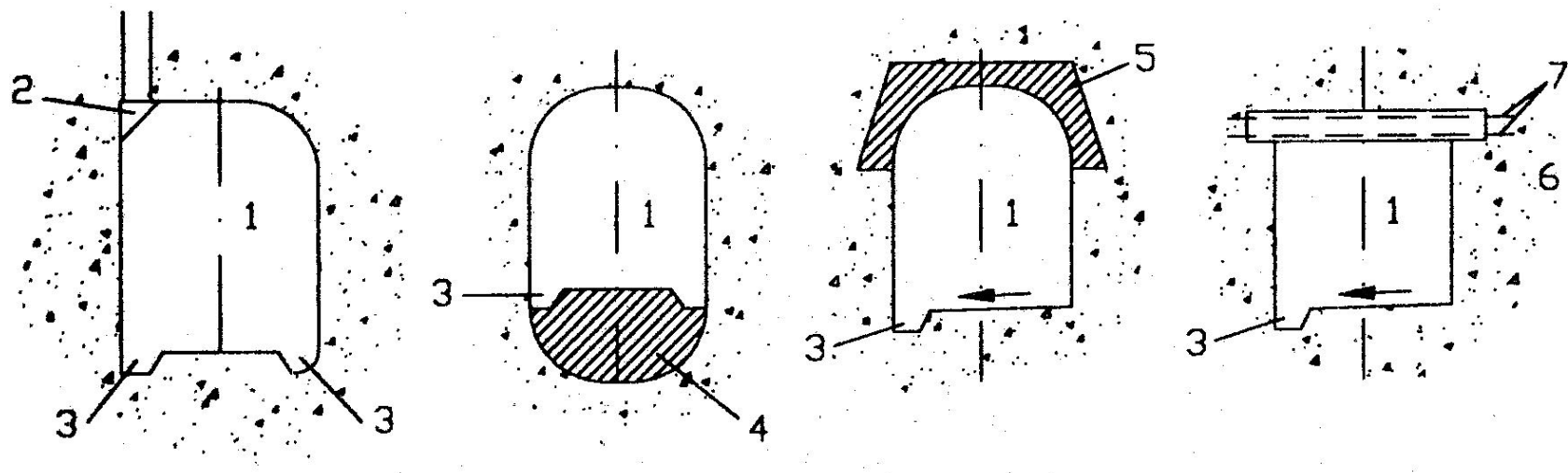
Юқори қияликда экран йўқ бўлганда  $I_{йўл} = 20$ , лекин ҳар қандай ҳолда ҳам  $\alpha_{dr} \geq 2$  м бўлиши керак. Дренажлар диаметри 0,15-0,30 м улар ўқи орасидаги масофа  $S_{dr} = 2-3$  м. Вертикал шахталар диаметри 0,7-0,8 м дан 1,8 м гача орасидаги масофа 4-6 м ва кўпроқ.

ГАЛЕРЕЯЛАР дренаж сувларини йиғиш ва олиб кетиш, дренажларнинг ишлашини ва бетоннинг ҳолатини кузатиш, ҳар хил коммуникациялар ўтказиш электр симлари, ҳаво ўтказувчи қувурлар ва цементация пардасини, дренажнинг назорат кузатув асбобларини ўрнатиш ҳамда таъмирлаш ва тиклаш ишларини бажариш учун хизмат қилади [6-расм]. Баландлик бўйича галереялар ҳар 15-20 м да курилади. Галерея ўлчамларининг энг кам миқдори қуйидагича бўлиши керак: эни-1-2 м баландлиги-2 м. Энг пастки галерея унда цементация ишларини бажара олиш учун эни 2,0-2,5 м ва баландлиги 3-3,5 м дан кам бўлмаслиги керак. Сув ўзи оқиб чиқиб кетиши учун пастки галереяни пастки бьефдаги энг кўп сув сатҳидан юқори қилиб жойлаштириш керак.



**5-расм. Сув ўтказмас ва сув оқизма тўғон танаси ва заминдаги филътрацияга қарши қурилмалари:**

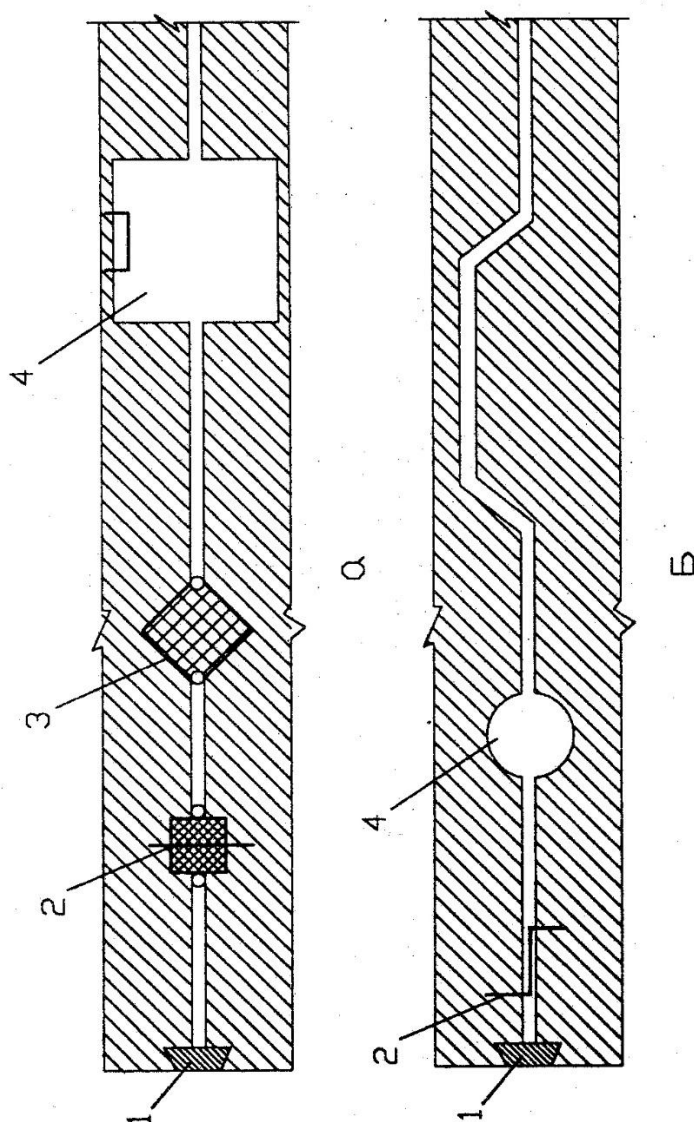
1 - тўғон танасидаги дренаж скважиналар, 2 - назорат галереяси, 3,4,5 - цементация галереяси, пардаси ва скважинаси, 6 – тўғон заминдаги дренаж скважиналари, 7 - секциялар орасидаги деформация чоклари, 8 - вертикал назорат шахтаси, 9 - ғовак бетондан қилинган горизонтал дренаж трубалари, 10 - дренаж галереялари, 11 - дренаж бўшлиғи.



**6-расм. Тўғон танасидаги галереялар кўндаланг кесими:**

*1-галерея; 2-тўғон танасидаги вертикал дренаж; 3-дренаж ариқчаси; 4-бетон; 5-йиғма тўсиқ; 6-тиргак плиталар; 7-арматура.*

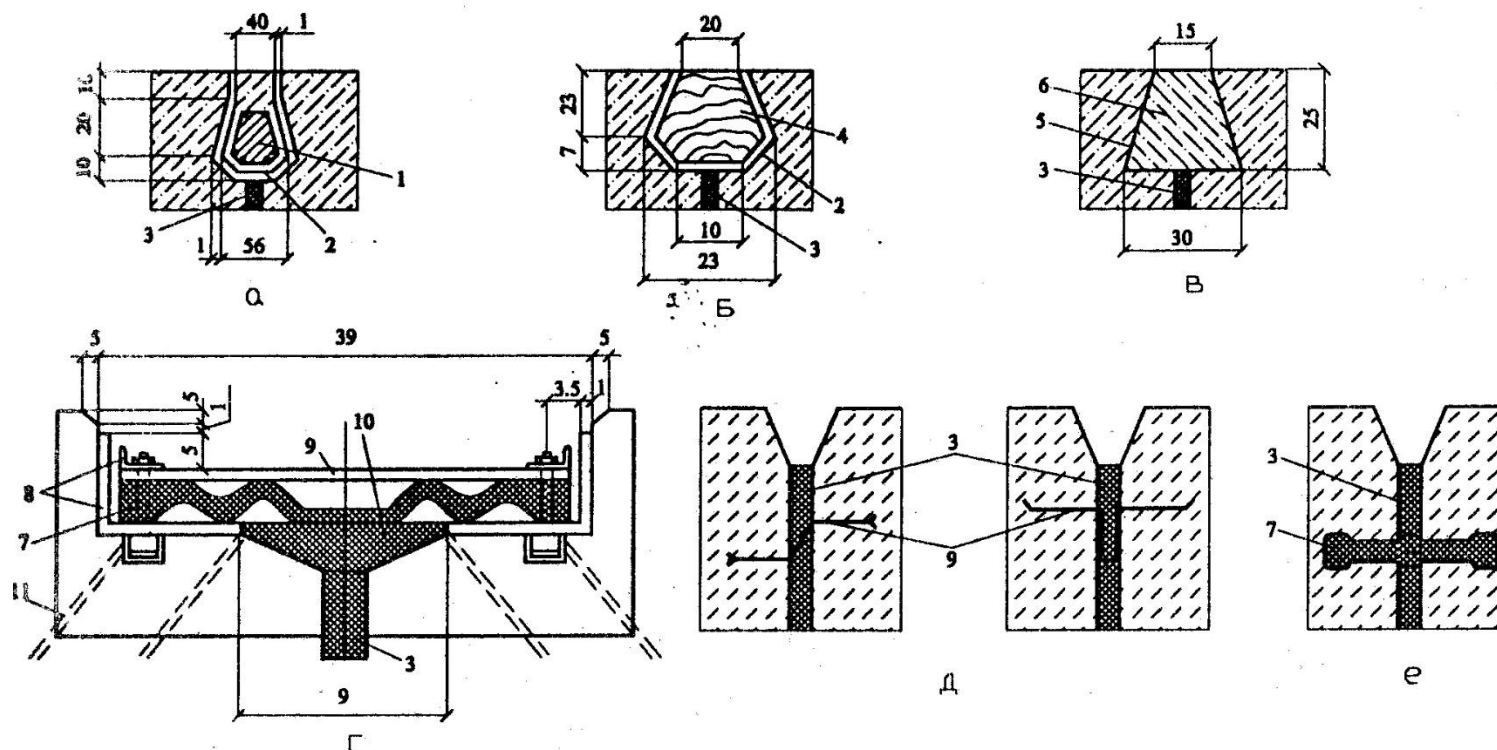
ТЎҒОН ЧОКЛАРИ конструкциясига кўра текис ва штраба кўринишидаги (ўйиқ-чиқиқ) чокларга бўлинади (7-расм). Конструктив чоклар қуйидаги ҳоссаларга эга бўлиши керак. Иншоотни алоҳида қисмининг бир-бирига боғлиқмас ҳолда қўзғалишини таъминлаш, чокнинг ишлашини кузатиш ва унинг зичлагичларини таъмирлаш имкониятини яратиш.



**7-расм. Конструктив чоклар:**

*а – текис; б - штраба кўринишидаги (ўйиқ-чиқиқ); 1 - контурли зичлагич;  
 2 - металл диафрагма; 3 – асфальт; 4 - дренаж.*

ЧОКЛАР ЗИЧЛАГИЧИ. Ташқи контурли, ички контурли, асосий ички бўлади. Чокларни тўғон танасида жойлашиши ва унинг конструкцияси 8-расмда кўрсатилган.



8-расм. Чокларнинг контурли зичлагичлари:

*а - темир-бетон; б - ёғоч брус; в - бетон тиқин; г - резинали зичлагич; д, е - чок ва ички зичлагич юзасини металл резина билан қоплаш;  
1,4 – брус; 2 - битум тўшак; 3 – чоклар; 5 - битум билан бўйиш; 6 – тиқин; 7 - резина лента; 8 – уголоклар; 9 - пўлат лист;  
10 – шлаквата; 11 - анкерлар.*

### 3. Тўғоннинг гидравлик ҳисоби

#### 3.1. Сув оқиш қисми кенглигини ҳисоблаш

1.Тўғондан оқиб тушаётган сувнинг максимал сарфини асосий ҳисоблаш ҳолати учун қуйидагича топилади [3].

$$Q_{\text{сув}} = Q_{\text{мах}} - Q \quad (10)$$

бу ерда:  $Q_{\text{мах}}$  -максимал ҳисобий сув сарфи;

$Q$  - ГЭС турбинасидан ёки сув олиш иншоотидан тушириб юбориладиган сув сарфи.

2.Солиштирма сув сарфини  $q=80-100 \text{ м}^3/\text{м}$  с оралиғида қабул қилиб, сув оқиб ўтиш қисми кенглигини аниқлаймиз.

$$L_{\text{вф}} = Q_{\text{сув}}/q \quad (11)$$

3.Сув оқиш кенглигини ҳисоблаб, сув оқиш тешиги ўлчамини қурилиш нормаларига асосан 6,7,8,10,12,16,20,24 метр қилиб, бичоклар қалинлигини  $l=2-4 \text{ м}$  қабул қилиб, тўғоннинг қурилиш узунлигини аниқлаймиз.

$$L_{\text{вф}} = L_{\text{вф}} + nt \quad (12)$$

$n$ -бичоклар сони.

4.У ҳолда

$$q = \frac{Q_{\text{сув}}}{L_{\text{вф}} + nt} \quad (13)$$

5.  $L_{\text{кур}} = Q_{\text{сув}}/q \quad (14)$

6. У ҳолда сув оралиғи тўғон устки қисмида қуйидагича камаяди

$$L_{\text{ф}} = L_{\text{кур}} - nt \quad (15)$$

7.Солиштирма сув сарфи ошади

$$q = Q_{\text{сув}}/L_{\text{кур}} - nt \quad (16)$$

8.Сув оқизмадаги босим қуйидаги ифода билан аниқланади

$$H_0 = \left( \frac{q'}{m\sqrt{2g}} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (17)$$

$m$ - сарф коэффициентини  $m=0.49$

9. Сув оқизма тепасининг дастлабки отметкаси қуйидаги формула билан аниқланади

$$\nabla ГВ_1 = \nabla НДО - H_0 \quad (18)$$

Шундан сўнг ҳисобланган отметкага қуйидаги аниқлик киритилади, яъни сув ўтказиш тешиги стандартга тенг келадиган қилиб қабул қилинади.

Шундаги отметка  $\nabla ГВ_2$ .

Сув оқизмадаги босимни миқдорига аниқлик киритамиз, яъни:

$$H'_0 = \nabla НДО - \nabla ГВ_2. \quad (19)$$

Мисол. Қуйидаги маълумотлар асосида сув оқиш қисми кенглигини аниқланг:  $Q_{\max} = 2300 \frac{м^3}{с}$   $Q_{ГЭС} = 400 \frac{м^3}{с}$   $\nabla НДО = 918 м$ .

1. Тўғондан оқиб тушаётган сувни максимал сарфини асосий ҳисоблаш ҳолати учун (10) ифодадан аниқлаймиз:

$$Q_{\text{сув}} = Q_{\max} - Q_{ГЭС} = 2300 - 400 = 1900 \text{ м}^3/\text{с}.$$

2. Солиштирма сув сарфини  $q = 80 \text{ м}^3/\text{с}$  деб қабул қилиб сув оқиб ўтиш қисми кенглигини (11) ифодадан аниқлаймиз.

$$L_{\text{вф}} = \frac{Q_{\text{сув}}}{q} = \frac{1900}{80} = 23.75 \text{ м}^3/\text{с}$$

3. Сув оқиш тешиги оралиғини  $b = 6 \text{ м}$  деб қабул қиламиз у ҳолда тешиклар сони.

$$n = \frac{L_{\text{вф}}}{b} = \frac{23.75}{6} = 3.96$$

$n = 4$  деб қабул қиламиз. Сув бўлувчи устунлар қалинлигини  $t = 2.5 \text{ м}$  жуфт устунларда  $t_{\text{жк}} = 1.5 * 2.5 = 3.75 \text{ м}$  деб қабул қиламиз.

4. Сув оқизмадаги босим (17) ифода билан аниқланади.

$$H_0 = \left( \frac{q}{m\sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left( \frac{80}{0.49\sqrt{2 * 9.81}} \right)^{2/3} = 11 \text{ м}$$

5. Сув оқизма устунинг дастлабки отметкаси (18) ифода билан аниқланади.

$$\nabla ГВ_1 = \nabla НДО - H_0 = 918 - 11 = 907 \text{ м}$$

Тўғон устки қисми отметкасини мезонга тўғри келадиган қилиб қабул қиламиз яъни  $\nabla ГВ_2 = 907 \text{ м}$ .

6. Сув оқизмадаги босим миқдори аниқлик киритамиз.

$$H'_0 = \nabla \text{НДО} - \nabla \text{ГВ}_2 = 918 - 907 = 11 \text{ м}$$

7. Аниқланган солиштирма сув сарфи

$$q_{\text{В}_2} = m\sqrt{2g}H_{\text{В}_2}^{3/2} = 0,49\sqrt{2 * 9,81} * 11^{3/2} = 79,1 \text{ м}^2/\text{с}$$

сув оқим оралиғини умумий кенглиги

$$B_{\text{пр1}} = \frac{Q_{\text{сув}}}{q_{\text{В}_2}} = \frac{1900}{79,1} = 24 \text{ м.}$$

### **3.2. Тўғон профилини қуриш**

Сув оқизма тўғон профили вакуумсиз бўлади ва Кригер-Офицеров координаталари ёрдамида (худди биринчи курс лойихасидагидек) қурилади. Бу ҳақда тўлиқ маълумотларни қуйидаги адабиётлардан олиш мумкин [7,8].

### **3.3. Пастки бьефда сув энергиясини сўндириш**

Пастки бьефда сув энергиясини сўндиришнинг икки хил усули мавжуд.

1. Сувнинг тўғондаги учи юқорига кўтарилган трамплин ёрдамида маълум масофага отиб тушириш.

2. Сув урилма қудуқ ёрдамида.

#### **3.3.1. Трамплин ёрдамида сувни отиб тушириш**

Бу усулда сув тўғон тубидан маълум ҳавфсиз масофага отиб туширилади. Бундай туташтиришни гидравлик ҳисоблашда сувнинг тўғондан отилиб тушиш узунлигини ва ювилиш жойи чуқурлигини аниқлаш керак (9- расм).

Сувнинг отилиб тушиш масофаси (L) ни аниқлашда қуйидагилар маълум бўлиши керак: Сув оқизмадаги солиштирма сув сарфи q, трамплин сув тушиш жойидан юқори бьефдаги сув сатҳигача бўлган масофа z, юқори ва пастки

бъефлардаги сув сатҳлари орасидаги масофа  $z_0$ , трамплин учининг горизонтга нисбатан оғиш бурчаги, ва унинг радиуси  $R$  [9-расм].

$\alpha_n = 30^\circ - 35^\circ$  деб қабул қилиш мумкин.

Ҳисоблаш қуйидаги тартибда амалга оширилади [3,4,7].

Қуйидаги тенгламадан тушаётган сув оқими чуқурлиги  $h_1$  ва тезлиги  $V_1$  ни аниқлаймиз.

$$z - \frac{h_1}{2} \cos \alpha_n = \frac{v_1^2}{\varphi^2 2q} \quad (20)$$

Бу тенглама аста-секин яқинланиш усули билан ечилади. Шу мақсадда  $h_1$  нинг бир нечта қийматани бериб  $V_1 = q' / h_1$  формуладан % микдорини аниқлаймиз.

(20) тенгламада чап ва ўнг томонларнинг тенглиги қидирилган сув чуқурлиги микдорини беради.

$\varphi$ -тезлик коэффициента унинг микдори қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\varphi = 1 - 0.0155(Z_1 - H'_0) / H'_0. \quad (21)$$

Оқимнинг отилиб тушиш масофаси узунлиги қуйидагича аниқланади:

$$L = 2K_a \cdot \varphi^2 \cdot n Z_0 \cos \alpha_0 \left[ \sin \alpha_0 + \sqrt{\sin^2 \alpha_0 + \frac{1-n}{\varphi^2 \cdot n}} \right] \quad (22)$$

$\alpha_0$  – оқимни горизонтга оғиш бурчаги, уни қуйидагича аниқланади. Бунинг учун сув оқизма юзасини горизонтга оғиш бурчаги  $\psi$  ни бизга маълум микдори орқали аввал қўшимча бурчак  $\beta = \psi + \alpha_n$  аниқланади, сўнгра уни ёрдамида 2.4 – расм даги графикдан [7] интерполяция қилиш йўли билан  $\gamma$  бурчакни аниқлаймиз ва ундан кейин қидириляётган бурчак  $\alpha_0 = \gamma - \psi$  ҳисобланади. Графикда  $\gamma / \beta = 0.98$  эгри чизикдан юқори қисми оқимни ва трамплин учини оғиш бурчакларини бир – бирига тенглигига тўғри келади, яъни  $\alpha_0 = \alpha_n$ .

**Мисол.** Трамплин учидан тушаётган оқимни оғиш бурчаги  $\alpha_0$  қуйидаги маълумотлар асосида ҳисобланади:  $\alpha_n = 30^\circ$ ;  $\psi = 52^\circ$ ;  $R/h = 4$ ;  $\beta = \psi + \alpha_n = 30 + 52 = 82^\circ$  аниқлаймиз. 2.4 – расмдаги графикдан  $\beta = 82^\circ$  ва  $R/h = 4$  бўлганда координаталарни кесишиш нуктаси  $\gamma / \beta = 0.98$  ва  $0.95$  эгри чизиклари орасида жойлашган. Интерполяция йўли билан  $\gamma / \beta = 0.97$

эканлигини ва бундан  $\gamma = 0.97\beta = 0.97 \cdot 82 = 80^\circ$  аниқлаймиз у ҳолда қидирилаётган  $\alpha_0 = \gamma - \psi = 80 - 52 = 28^\circ$  тенг бўлади.

$K_a$ -аэрация ва оқимнинг сочилишини, унинг отилиб тушишига таъсирини ҳисобга олиш коэффициенти.

Фруд сони  $F_z < 35$  бўлганда,  $K_a = 1$ ,  $F_z > 35$  бўлганда, 0.8-0.9 қабул қилинади.

Фруд сони қуйидагича аниқланади:

$$F_2 = v_1^2 / q h_1, \quad n = Z_1 / Z_2$$

$$Z_1 = Z - \frac{h_1}{2} \cos \alpha_n.$$

Ювилиш жойидаги максимал сув чуқурлиги қуйидагича аниқланади:

$$t = (0.1 + 0.45 \sqrt[4]{F_2}) \sqrt{F_2} \sqrt{h_{пб}/d} \cdot h_1. \quad (23)$$

бу ерда:  $d$ - қоя тош бўлакларининг ўртача йириклиги, м;

$h_{пб}$ - пастки бьефдаги сув чуқурлиги.

Ювилиш жойи котлаванининг максимал чуқурлиги

$$h_p = t - h_{пб}. \quad (24)$$

Ювилиш чуқури пастки горизонтал қисми узунлиги

$$L_3 = 2.5 h_k \quad (25)$$

бу ерда:  $h_k$  - критик чуқурлик

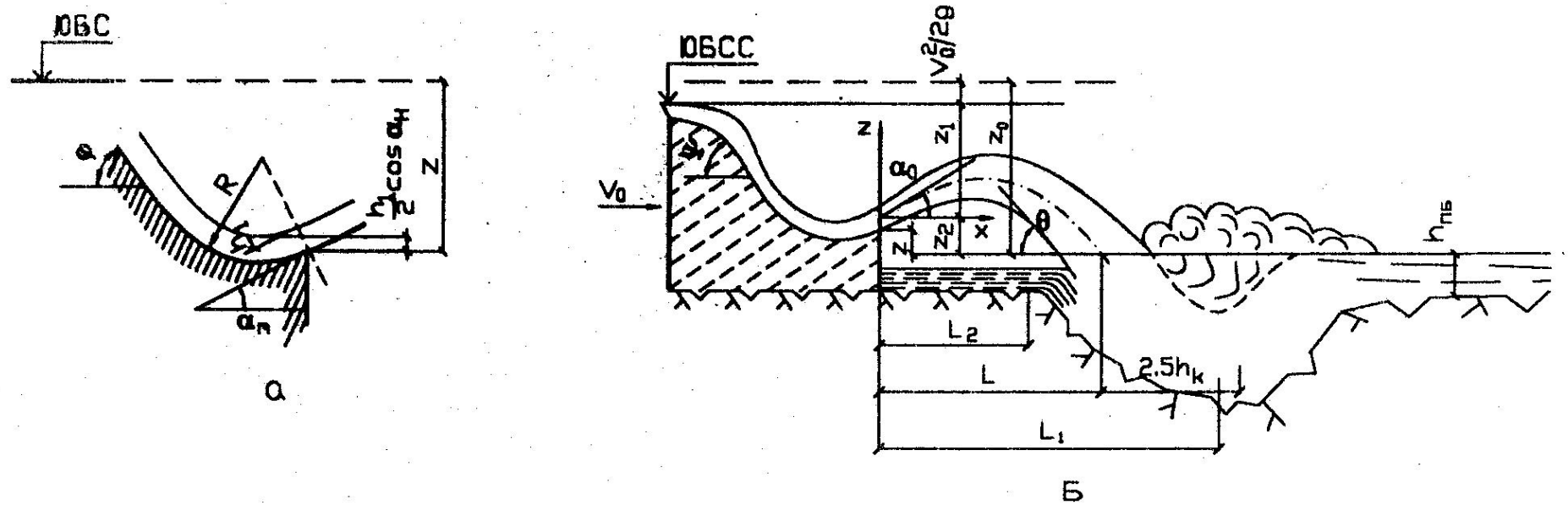
$$h_k = \sqrt[3]{q^2 / g}. \quad (26)$$

Чуқурнинг ювилмаган туб қисми сатхида умумий бўйланма ўлчами

$$L_p = 2.5 h_k + 3.7 h_p. \quad (27)$$

Оқимнинг пастки бьеф туби билан тутатиш бурчаги

$$\operatorname{tg} \theta = \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha_0 - \frac{2gZ_2}{v_1^2 \cdot \cos^2 \alpha_0}}. \quad (28)$$



9-расм. а-Учи юқориға кўтарилган трамплин схемаси;  
б-трамплиндаги оқимнинг отилиб тушиш масофаси узунлигини ҳисоблаш схемаси.

$$Z_2 = Z_c + \frac{h_1}{2} \cos \alpha_0$$

бу ерда

$Z_c$ - трамплин сув отилиб тушиш қисмининг пастки бьефдаги сув устидан баландлиги.  $Z_c$  нинг миқдори 1м дан катта бўлиши керак.

Тўғон пастки четидан максимал ювилиш жойи тубигача бўлган масофа.

$$L_1 = L + t / \operatorname{tg} \theta \quad (29)$$

Иншоотдан ювилиш бошланиш қисмигача бўлган масофа.

$$L_2 = L + (2.2h_p + 1.25h_k) \quad (30)$$

Бу масофа мустаҳкам қоя тошли заминлар учун  $L_2 \geq 4Z_0$  ва бўш заминлар учун  $L_2 \geq (0.5 \div 0.6)Z_0$  бўлиши керак.

**Мисол.** Қуйидаги берилган маълумотларга асосланиб трамплиндан тушаётган оқимнинг отилиб тушиш масофасини аниқланг:

$$Z = 98 \text{ м}; q = 80 \text{ м}^2/\text{с}; Z_0 = 103 \text{ м}; \alpha_n = 30^\circ; H_0' = 11; h_{n0} = 5,2 \text{ м}.$$

(20) тенгламадан  $h_1$  нинг бир нечта қийматини бериб  $v_1$  миқдорини аниқлаймиз. Ушбу тенгламада чап ва ўнг томонларнинг тенглиги қидирилган сув чуқурлигини беради.

Дастлаб (21) ифодадан  $\varphi$  қийматини аниқлаймиз:

$$\varphi = 1 - \frac{0.0155(98 - 11)}{11} = 0.88$$

$$v_1 = \frac{q}{h_1} \text{ тенгламадан } h_1 = 2.083 \quad v_1 = 38.41 \text{ м/с}$$

$$Z_1 = Z - \frac{h_1}{2} \cos \alpha_n = 98 - \frac{2.08}{2} \cdot \cos 30 = 97.07 \text{ м}.$$

Фруд сонини аниқлаймиз:

$$F_Z = \frac{38.41^2}{9.81 \cdot 2.08} = 72.30$$

$F_Z > 35$  бўлганда, 0.8 – 0.9 қабул қилинади.  $\alpha_0$  ни аниқлашни юқоридаги мисолда келтирилган, унга кўра  $\alpha_0 = 28^\circ$ .

$$n = \frac{Z_1}{Z_0} = \frac{97.07}{103} = 0.94$$

У ҳолда (22) формуладан:

$$L = 2 \cdot 0.9 \cdot 0.88^2 \cdot 0.94 \cdot 103 \cdot \cos 28 \left[ \sin 28 + \sqrt{\sin^2 28 + \frac{1 - 0.94}{0.88^2 \cdot 0.94}} \right] = 114.71 \text{ м.}$$

Ювилиш жойидаги максимал сув чуқурлиги (23) ифодадан аниқлаймиз:

$$t = (0.1 + 0.45 \sqrt[4]{72.3}) \sqrt{72.3} \sqrt{\frac{5.2}{15}} \cdot 2.08 = 19.6 \text{ м.}$$

Ювилиш жойи ҳандақининг максимал чуқурлиги (24) ифодадан аниқлаймиз:

$$h_p = 19.16 - 5.2 = 13.96 \text{ м.}$$

(25) ифодадан ювилиш чуқури пастки горизонтал қисми узунлигини аниқлаймиз:

$$L_3 = 2.5h_k = 2.5 \cdot 8.67 = 21.68 \text{ м}$$

Бу ерда  $h_k$  – критик чуқурлик.

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{80^2}{9.81}} = 8.67 \text{ м.}$$

Ювилиш чуқурнинг ювилмаган туб қисми сатҳида умумий бўйланма ўлчами (27) ифодадан аниқлаймиз:

$$L_p = 2.5h_k + 3.7h_p = 2.5 \cdot 8.67 + 3.7 \cdot 13.96 = 73.327 \text{ м.}$$

(28) ифодадан оқимнинг пастки бьеф туби билан туташиб бурчаги.

$$\tan \theta = \sqrt{tg^2 28 - \frac{2 \cdot 9.81 \cdot 5.94}{38.41^2 \cos^2 28}} = 0.426$$

$$\theta = 23.06$$

$$Z_2 = Z_c + \frac{h_1}{2} \cos \alpha_0 = 5 + \frac{2.08}{2} \cos 28 = 5.94 \text{ м}$$

(29) ифодадан тўғон пастки четидан максимал ювилиш жойи тубигача бўлган масофани аниқлаймиз:

$$L_1 = L + \frac{t}{tg \theta} = 114.71 + \frac{19.16}{0.42} = 159.69 \text{ м.}$$

Иншоотдан ювилиш бошланиш қисмигача бўлган масофа (30) ифодадан аниқлаймиз:

$$L_2 = L - (2.2h_p + 1.25h_k) = 114.71 - (2,2 * 13.96 + 1,25 * 8,67) = 41.25\text{м.}$$

### 3.3.2. Сув урилма қудук

Сув урилма қудук ёрдамида энергияни сўндириш гидравлик ҳисоби қуйидаги ифода ёрдамида сиқик чуқурликни аниқлашдан бошланади.

$$h'_c = \frac{q}{\varphi \sqrt{2g(H_0 + P + d - h'_c)}} \quad (31)$$

Ушбу ифодадан сиқик чуқурлик қийматини аста-секин яқинлашиш усули ёки танлов йўли билан аниқланади, агар ифоданинг ўнг томонидаги маҳражида  $h'_c=0$  деб қабул қилсак, унда биринчи яқинлашишда сиқик чуқурлик қуйидагига тенг.

$$h'_{Ic} = \frac{q}{\varphi \sqrt{2g(H_0 + P + d)}} \quad (32)$$

Иккинчи яқинлашиниша биринчи яқинлашишда топилган миқдор ҳисобга олинади.

У ҳолда

$$h'_{IIc} = \frac{q}{\varphi \sqrt{2g(H_0 + P + d - h'_{Ic})}} \quad (33)$$

учинчи яқинлашишда

$$h'_{IIIc} = \frac{q}{\varphi \sqrt{2g(H_0 + P + d - h'_{IIc})}} \quad (34)$$

ва ҳакозо.

Туташтириш чуқурлиги қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$h'' = \frac{h'_c}{2} \left[ \sqrt{1 + \frac{8 \cdot \alpha q^2}{g \cdot h'^3_c}} - 1 \right] \quad (35)$$

Агар  $h'' < H_{пб} + d$  гидравлик сакраш кўмилган ҳолатда бўлади. Агар бу шарт бажарилмаса сув урилма қудуқ чуқурлигини миқдорини ошириб тутанггириш чуқурлигини қайтадан аниқлаймиз.

Сув урилма қудуқ чуқурлиги

$$d = 1.1(h'' - H_{пб}) \quad (36)$$

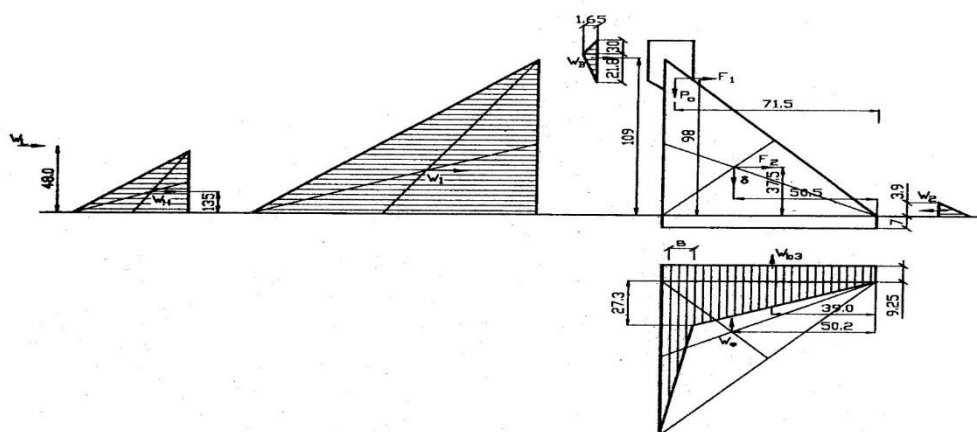
қудуқ чуқурлиги

$$L_{куд} = 5(h'' - h'). \quad (37)$$

Гидравлик ҳисоблашлардан сўнг тўғон кўндаланг кесими, тархи чизилади ва унда тўғон элементлари (тиш, пазлар, затворлар ва б.) кўрсатилади.

#### 4. Статик ҳисоблар

Статик ҳисоблашларни енгиллаштириш учун курс лойихасида фақат қуйидаги кучларни ҳисобга олиш тавсия этилади. Тўғон оғирлиги, гидростатик босим, фильтрация босими ва муаллақ тутиб турувчи босим (10-расм).



10-расм. Тўғонни статик ҳисоблаш схемаси.

#### 4.1. Тўғоннинг ағдарилишга турғунлигини аниқлаш

Ағдарилишга турғунлик заҳира коэффиценти қуйидаги ифодадан аникланади.

$$K_{\text{ағда}} = \frac{\sum M_{\text{уш}}}{\sum M_{\text{ағда}}} \quad (38)$$

бу ерда:  $\sum M_{\text{уш}}$  -ушлаб қолувчи момент. Тўғонга таъсир қилаётган ҳамма кучлар моментининг, тўғоя тшшшинг пастки нуқтасига нисбатан йиғинлиси, соат стрелкасига тескарн йўналган,  $\sum M_{\text{ағда}}$  -ағдарувчи момент, соат стрелкаси бўйича.

Ағдарилишга турғунлик заҳира коэффиценти,  $K_{\text{ағда}} > 1.15-1.30$  бўлиши керак.

Агар  $K_{\text{ағда}}$  меъёрга талаб қилинадиган қийматдан кам бўлса, у ҳолда тўғоннинг конструкциясини ўзгартириб унинг яна қайтадан ағдарилишига текшириб кўриш керак.

#### 4.2. Тўғоннинг силжишга қарши турғунлигини аниқлаш

Тўғоннинг силжишга қарши турғунлигини қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаш мумкин.

Горизонтал асосли тўғонларда

$$K_{\text{сил}} = 0.9 \frac{\sum f P_b + c F}{\sum P_r} \quad (39)$$

бу ерда:  $\sum P_b$  -силжиш юзасига тик бўлган кучларнинг алгебраик йиғиндиси.

$F$  -тўғон асоси профилининг узунлиги 1 м бўлгандаги юзаси.

$\sum P_r$  -силжиш юзасига параллел бўлган кучларнинг алгебраик йиғиндиси.

$F, c$  -бетон тўғоннинг асос билан ишқаланиш ва тутиниш коэффицентлари (3-жадваддан олинади).

$$K_{\text{сил}} = \frac{(f + \operatorname{tg} \alpha) P_b + c \frac{F_1}{\sin \alpha}}{(1 + f \operatorname{tg} \alpha) P_2} \quad (40)$$

бу ерда:  $F_1$  -тўғоннинг қия асосини юзаси.

4- жадвал

### Қоя тошли заминлар учун силжиш параметрлари

| Заминдаги қоя жинслар тури                                                                                                              | Бетоннинг қоя тош бўйлаб силжиши F/c | Ёриқлар орқали силжиши    |                         |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|
|                                                                                                                                         |                                      | Майда<br>$d=0.5\div 2$ мм | Ўрта<br>$d=2\div 20$ мм | Йирик<br>$d>20$ мм  |
| Қоя тошли, массив, йирик бўлакли, кувватли, плитали жинс $R_{сж}>40$ МПа деярли нурамаган                                               | $\frac{0.85}{0.40}$                  | $\frac{0.80}{0.15}$       | $\frac{0.70}{0.10}$     | $\frac{0.55}{0.05}$ |
| Худди юқоридагидек, ўртача ёриқлик, кучсиз нурайдиган                                                                                   | $\frac{0.85}{0.30}$                  | $\frac{0.80}{0.15}$       | $\frac{0.70}{0.10}$     | $\frac{0.55}{0.05}$ |
| Қоя тошли, йирик бўлакли, кучли ёриқлик $R_{сж}<40$ МПа, ярим қоя тошли, кучсиз нурайдиган, кам деформацияланадиган $R_{сж}=20-40$ МПа. | $\frac{0.75}{0.20}$                  | $\frac{0.70}{0.10}$       | $\frac{0.65}{0.05}$     | $\frac{0.45}{0.02}$ |
| Ярим қоя тошли, плитали, юпқа плитали, ўртача ва кучли ёриқлик $R_{сж}=2.5-20$ МПа                                                      | $\frac{0.70}{0.10}$                  | $\frac{0.65}{0.05}$       | $\frac{0.50}{0.05}$     | $\frac{0.45}{0.09}$ |

Эслатма; F/c -силжиш коэффициентларининг ўлчов бирлиги; С-МПа F-ўлчовсиз бирликлар (с-бетонни асос билан солиштирма тутиниш коэффициенти, F-ишқаланиш коэффициенти).

### 4.3.тўғоннинг замин билан туташган юзасидаги кучланишларини аниқлаш

Бундай ҳисоблар тўғоннинг юқори ва пастки қияликлари четидаги кучланишларни тўғонда сув тўла бўлгандй ва бўш ҳолатида аниқлаш учун бажарилади Бузувчи кучларнинг бўлишига йўл қўйилмайди.

Қуйидаги ифода орқали аникланади.

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sum P_b}{b} \pm \frac{6 \sum M}{b^2} \quad (41)$$

Бу ерда:  $\sum P_b$  -тўғон заминиға тик йўналган ҳамма кучларнинг алгебраик йиғиндиси;

$\Sigma M$  –ҳамма кучлардан тўғон асоси оғирлик марказига нисбатан олинган моментларнинг алгебрик йиғиндиси.

## **5. Тўғон танасидаги кучланганлик ҳолатини эластиклик назарияси усулида аниқлаш**

Тўғоннинг силжишга ва ағдарилишга бўлган турғунлиги масаласини кўрганимизда, биз фақат тўғонга таъсир қилаётган ташқи кучлар билан қизиқдик. Тўғоннинг танасини эса етарли мустаҳкам деб қабул қилдик, лекин шу айтилган ташқи кучлар таъсирида, тўғон танасида нормал ва уринма кучланишлар ҳосил бўлади. Бу кучланишлар тўғонда йўл қўйилмаган деформациялар ҳосил бўлишига, айрим ҳолларда эса уни бузилишига олиб келиши мумкин.

Шунинг учун катта тўғонларни лойиҳалашда албатда кучланишларнинг қийматини ва уларнинг йўл қўйилган миқдорини аниқлаш керак.

Бунда мураккаб кучланганлик ҳолатида бўлган иншоотда қуйидаги кучланишлар ҳосил бўлиши мумкин.

1. Нормал кучланишлар - сиқувчи ёки чўзувчи  $\sigma$ .
2. Уринма кучланишлар  $\tau$ .
3. Бош нормал кучланишлар  $N$ .
4. Бош уринма кучланишлар  $T$ .

Эслатиб ўтамиз, нормал ва уринма кучланишлар улар таъсир қилаётган майдон (юза) йўналишига ҳам боғлиқ, шунинг учун нормал кучланишлар  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  ва уринма кучланишлар  $\tau_x$  ва  $\tau_y$  мос равишда  $X$  ва  $Y$  ўқлари бўйича таъсир килувчи кучл  $\sigma$  арга бўлинади.

Бу кучланишлар миқдорини эластиклик назарияси усулида ҳисоблаш мумкин. Бу усулни оддий (материаллар каршилиги) усулидан афзаллиги шундаки, унда фақат четки кучланишлар эмас, тўғон танасидаги кучланишлар ҳам аниқланади. Бу баландлиги 50 м дан катта тўғонлар учун сезиларлидир.

Бунда кучланишларни аниқлаш учун қуйидаги чекланган ҳолатлар қабул қилинади:

1. Тўғон танаси учбурчак кўринишида.
2. Тўғон танасининг материали изотроп.
3. Кучланиш фақат X ва Y координатларига боғлиқ Z координатига боғлиқ эмас.
4. Маҳаллий ҳарорат ва чўкиш кучланишлари таъсири ҳисобга олинмайди.
5. Тўғонга фақат иккита куч таъсир қилаяпти: тўғоннинг оғирлиги, юқори бўёфдаги сувнинг гидростатик босим кучи.

Ушбу чекланиниар бўлганда координаталари X ва Y бўлган нуқтадаги кучланишлар қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади.

$$\sigma_x = a_1x + b_1y \quad (42)$$

$$\sigma_y = a_2x + b_2y \quad (43)$$

$$\tau_x = \tau_y = a_3x + b_3y \quad (44)$$

Агар бу тенгламани коэффицентлари маълум бўлса, унда тўғоннинг ҳамма нуқтасидаш кучланишларни топиш жуда осон. Бу коэффицентларни қуйилагича аниқлаймиз (бу ҳақда кенгроқ эластиклик назариясида келтирилган).

$$a_1 = \frac{\gamma_6}{(m_1+m_2)^2} m_1 m_2 (m_2 - m_1) + \frac{\gamma}{(m_1+m_2)^3} m_1 m_2 (m_1 m_2 - m_2^2 - 2) \quad (45)$$

$$a_2 = \frac{\gamma_6}{(m_1+m_2)^2} (m_2 - m_1) - \frac{\gamma}{(m_1+m_2)^3} (m_1^2 \cdot 3m_1 m_2 - 2) \quad (46)$$

$$a_3 = \gamma_6 - b_2$$

$$b_1 = \frac{\gamma_6}{(m_1+m_2)^2} 2m_1^2 m_2^2 - \frac{\gamma}{(m_1+m_2)^3} m_2^2 (2m_1^2 m_2 - 3m_1 - m_2) \quad (47)$$

$$b_2 = \frac{\gamma_6}{(m_1+m_2)^2} \cdot (m_1^2 + m_2^2) - \frac{\gamma}{(m_1+m_2)^3} (m_2 - m_1 - 2m_1^2 m_1) \quad (48)$$

$$b_3 = -a_1 \quad (49)$$

бу ерда:  $\gamma_6$ -бетоннинг ҳажм оғирлиги,  $\gamma$ -сувнинг ҳажм оғирлиги.

Бу коэффицентлар сув омбори сувга тўла ҳолати учун келтирилган. Агар юқори бўёфда сув бўлмаса, юқоридаги формулаларда  $\gamma=0$  қабул қилиш керак.

Тўғон четидаги кучланишлар катта қизиқиш туғдиради. Бу кучланишлар асосий тенгламага  $X=-m_1y$  ва  $X=-m_2y$  микдорни қўйиб аниқланиши мумкин. У ҳолда юқори босимли қирғоғида:

$$\sigma'_y = (-a_2 m_1 + e_2)y \quad (50)$$

пастки қирғоғида:

$$\sigma''_y = (-a_2 m_2 + e_2)y \quad (51)$$

Агар тўғон юқори қиялиги тик бўлса, у ҳолда формула анча соддалашади, чунки  $m_1=0$ .

Нормал  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  ва уринма кучланишлар аниқлангандан сўнг бош нормал кучланиш аниқланади.

$$N_{1,2} = \frac{(\sigma_x + \sigma_y) \pm \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau^2}}{2} \quad (52)$$

Бош нормал кучланиш  $N_1$  ва  $N_2$  йўналиши ва уларнинг таъсир қилиш юзаси  $\theta$  бурчак орқали аниқланади.

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{-(\sigma_x + \sigma_y) \pm \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau^2}}{2\tau} \quad (53)$$

ёки:

$$\operatorname{tg} 2\theta = \frac{2\tau}{(\sigma_x - \sigma_y)} \quad (54)$$

Тўғон қирғоғидаги бош нормал кучланиш қуйидагича аниқланадн.

Юқори босимли қирғоғида.

Тўғон қирғоғига перпендикуляр бўлган биринчи бош кучланиш.

$$N'_1 = \gamma y \quad (55)$$

Тўғон қирғоғига перпендикуляр бўлган иккинчи бош кучланиш (қияликка параллел).

$$N'_1 = \sigma'_y (1 + m_1^2) - \gamma y m_1^2 \quad (56)$$

Пастки қирғоғи (қиялиги) учун:

биринчи бош нормал кучланиш қияликка параллел йўналган;

$$N''_1 = \sigma''_y (1 + m_2^2) \quad (57)$$

иккинчи бош нормал кучланиш.

$$N_2'' = 0 \quad (58)$$

Бош уринма кучланиш ҳам ўзаро перпендикуляр, бош нормал кучланиш йўналишига  $45^\circ$  бурчак остида йўналган ва бош нормал кучланишларнинг айирмасига тенг:

$$T = \frac{N_1 - N_2}{2} = \frac{\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau^2}}{2}. \quad (59)$$

Тўғон танасидаги кучланганлик ҳолатини таҳлил қилиш ва уни ҳар хил зоналарида мос келадиган бетон маркасини белгилаш учун, бош нормал ва бош уринма кучланишларнинг изостатлари ва траекториясини қуриш тавсия этилади.

Кучланиш изостатлари деб бир хил кучланишли нукталарни бирлаштирувчи чизиқларга айтилади.

Тўғон ҳар хил нукталаридаги кучланиш таъсир йўналишини аниқлаш учун, кучланиш траекториясини қуриш тавсия этилади.

### 5.1. Кучланиш изостатини қуриш

Кучланиш изостатларини проф. М.М.Гришин [1] китобида келтирилган усулда қурамыз, уларнинг қурилиш тартиби қуйидагича:

1.Тўғон кўндаланг кесимининг чўққиси НДО бўлган учбурчак қабул қиламиз ва унинг чўққисидан X,Y координаталарини бошланишини жойлаштирамиз (11-расм).

2.Учбурчак чўққисидан нурлар системасини ўтказамиз. ОУ ўқиға тўғри келган нурни нолинчи нур деб қабул қиламиз. Нолинчи нурдан ўнг томондаги нурларни (+) чап томондагиларини (-) деб белгилаймиз.

3.Ҳар бир нур учун:

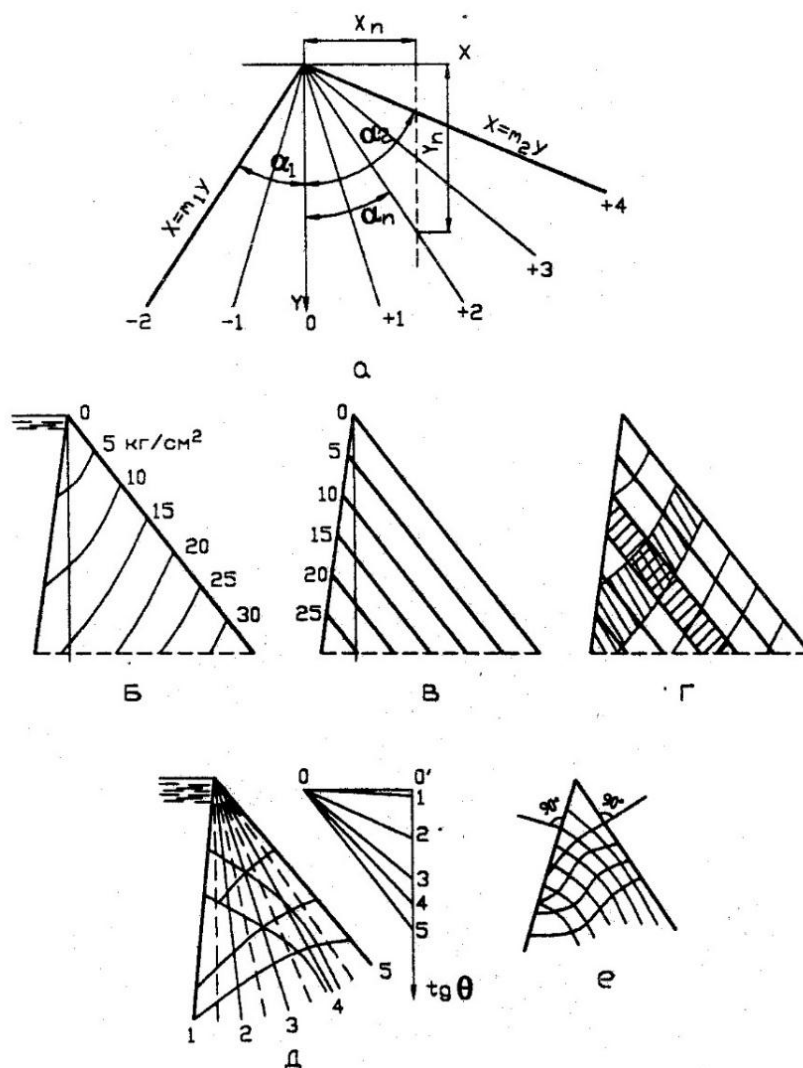
$$tg a_n = \frac{x_n}{y_n} = const \text{ аниқлаймиз.}$$

4. (42), (43), (44) тенгламаларни қуйидаги кўринишда ёзамиз.

$$\sigma_x = (a_1x + b_1y) = \left(a_1\frac{x}{y} + b_1\right)y = \sigma_x^\circ y \quad (60)$$

$$\sigma_y = (a_2x + b_2y) = \left(a_2\frac{x}{y} + b_2\right)y = \sigma_y^\circ y \quad (61)$$

$$\tau = (a_3x + b_3y) = \left(a_3\frac{x}{y} + b_3\right)y = \tau^\circ y \quad (62)$$



**11-расм. Тўғон танасидаги кучланганлик ҳолатини ҳисоблаш.**

*а - кучланиш изостатларини қуриш схемаси, б - бош нормал кучланиш изостати сув омбори тўла бўлганда, в - бўш бўлганда, г - ҳар икки ҳолат умумлаштирилганда, д - бош нормал кучланиш траекторияси қуриш схемаси, е - нормал кучланиш траекторияси.*

бу ерда:

$$\sigma_x^{\circ} = \left( a_1 \frac{x}{y} + b_1 \right) \quad (60')$$

$$\sigma_y^{\circ} = \left( a_2 \frac{x}{y} + b_2 \right) \quad (61')$$

$$\tau^{\circ} = \left( a_3 \frac{x}{y} + b_3 \right) \quad (60')$$

$\sigma_x^{\circ}, \sigma_y^{\circ}, \tau^{\circ}$  -ҳар бир нур учун ўзгармас.

У ҳолда (52) тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$N_{1,2} = \frac{(\sigma_x^{\circ} + \sigma_y^{\circ}) \pm \sqrt{(\sigma_x^{\circ} - \sigma_y^{\circ})^2 + 4(\tau^{\circ})^2}}{2} \cdot y = N_{1,2}^{\circ} \cdot y \quad (63)$$

ҳар бир нур учун доимий қийматини ҳисобланади (тенглама суратидаги йиғинди  $N_1$ , айирмаси  $N_2$  миқдорини беради); ва  $N_1$  -ҳар бир нур учун ўзгармас.

6.(59) тенглама қуйидаги кўринишга келади.

$$T = \frac{\sqrt{(\sigma_x^{\circ} - \sigma_y^{\circ})^2 + 4(\tau^{\circ})^2}}{2} \cdot y = \frac{N_1^{\circ} - N_2^{\circ}}{2} y = T^{\circ} \cdot y \quad (64)$$

ҳар бир нур учун  $T^{\circ}$  миқдори ўзгармас. (63), (64) тенгламалардан фойдаланиб, бош нормал ва бош уринма кучланишлар изостатини қуриш мумкин.

Курс лойиҳаси учун бош нормал ва бош уринма кучланишлар изостатини сув омборида сув тўла ва бўш бўлган ҳолати учун қурилади.

Изостат қандай қурилишини кўрсатамиз.

Масалан:  $N_1 = 1.6$  МПа бўлган миқдор учун бош нормал кучланишлар изостатини қуриш керак.

7.(54)- тенгламага  $N_1 = 1.0$  МПа қўйиб,  $1.0 = N_1^{\circ} y$  эга бўламиз, бундан шу нурдаги изостат координатаси қуйидагига тенг:

$$y = \frac{1.0}{N_1^{\circ}}$$

8.Ҳамма белгиланган нурлар учун “у” миқдорини ўзининг  $N_1^{\circ}$  учун аниқлаймиз ва нурда ўша нуқталарни белгилаймиз.

9.Белгиланган нукталар орқали  $N_1=1.0$  МПа тенг бўлгандаги бош нормал кучланиш изостатларини кураамиз.

10.Худди шундай  $N_1$  бошқа қийматларида ҳам изостатлар қурилади. Бунда изостатларни умумий сони 5-7 га тенг бўлиши керак (11б-расм).

11.Бош нормал кучланиш  $N_1$  изостатини қуриб бўлиб ва Т изостатини ҳам кураамиз.

12.Ҳар учала изостатни сув омбори сувга тўла ҳолати учун қуриб бўлиб, худди шу усулда сув омбори бўш ҳолати учун  $N_1$  изостатни қуриш керак.

13.Шундан сўнг сув омбори тўла ва бўш ҳолати учун аниқланган  $N_1$  изостатларни тўғоннинг бир кесимига кўчираамиз (11в-расм).

14.Тўғоннинг (рахбар топшириғи бўйича) берилган кучланиш зоналарини белгилаймиз ва керакли марқадаги бетон ишлатиш жойини аниқлаймиз.

## 5.2. Кучланиш траекториясини қуриш

Бош нормал кучланиш траекторияси ҳолатини аниқлаш учун, шу ёки бошқа кучланиш таъсир қилаётган майдон оғиш бурчагини аниқлаш керак.

Бунинг учун проф. М.М.Гришин (53) формулага  $\sigma_x^\circ, \sigma_y^\circ, \tau^\circ$  ни  $(60^\circ)$ ,  $(61^\circ)$ ,  $(62^\circ)$  тенгламаларни қўйишни таклиф этади.

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{-(\sigma_x^\circ - \sigma_y^\circ) \pm \sqrt{(\sigma_x^\circ - \sigma_y^\circ)^2 + 4(\tau^\circ)^2}}{2\tau^\circ} \quad (65)$$

Ушбу формуладан  $\operatorname{tg}\theta$  миқдорини ҳар бир нур учун, биринчи бош кучланиш учун (+) ва иккинчи бош кучланиш учун (-) қабул, килиб ҳисобланади.

Кучланиш майдони йўналиши мос нурларга график усулида ўтказилади. Бунинг учун амадда горизонтга (ОХ ўқига) бурчак остида ўтказиладиган кўшимча график чизилади. Бу бурчак тангенци (65) формула ёрдамида ҳисобланади (11д-расм).

Қўйишмча график чизилгандан кейин, сув омборда сув тўла ҳолати учун  $N_1$ ,  $N_2$  кучланишлар траекторияси чизилади.

Чизиш қуйидаги тартибда амалга оширилади:

-нурлар билан бўлинган учбурчак кесимида пунктир чизиқ билан бу нурлар биссектрисаси ўтказилади;

-юқори четига (қияликка) изостатлар бошланадиган нуқталар белгиланади. Бу изостатлар учун траектория қурилади:

-бу нуқталар орқали биринчи биссектрисагача  $\theta_1$  бурчакли чизиқлар ўтказилади;

-траекториясини биринчи биссектриса билан кесишган жойидан иккинчи биссектрисагача  $\theta_2$  бурчак остида чизиқ ўтказилади ва шу тариқа пастки қияликкача;

-кейин худди шу тартибда бошқа  $N_1$  кучланиш изостатлари учун траектория қурилади;

-бош нормал кучланиш  $N_2$  траекторияси ҳам худди шу каби қурилади. Бироқ, қуришни унинг хоссаларидан фойдаланиб, соддалаштириш мумкин, яъни  $N_2$  кучланиш траекторияси  $N_1$  кучланиш траекториясига перпендикуляр. Бу бизга  $N_1$  кучланиш траекториясига перпендикуляр  $N_2$  кучланиш траекториясини қуриш имкониятини беради (11-расм).

**Мисол.** Қуйидаги маълумотлар асосида тўғон танасидаги кучланишларни аниқлаб уларни изостатлари ва ҳаракат йўлини қуринг.

Тўғонни юқори қиялиги миқдори  $m_1 = 0.03$  пастки қиялиги  $m_1 = 0.7$  тўғон баландлиги  $H = 102 \text{ м}$ ;  $\gamma_6 = 2.4 \text{ т/м}^3$ ;  $\gamma_0 = 1.0 \text{ т/м}^3$ ;

Хисобларни 5.1 бўлимида келтирилган тартибда бажарамиз.

1. Тўғонни учбурчак шаклидаги хисобий схемасини қурамиз уни  $\nabla$ НДО га тенг бўлган қиррасида координата ўқларини бошланишини худди 11- расмдаги каби жойлаштирамиз.

2. Учбурчак чўққисидан нурлар системасини ўтказамиз ОУ ўқиға тўғри келган нурни нолинчи нур деб қабул қиламиз. Нолинчи нурдан ўнг томондаги нурларни (+) чап томондагиларни (-) деб белгилаймиз.

3. Хар бир нур учун  $tga_n = \frac{x_n}{y_n}$  аниқлаймиз (5- жадвал )

5- жадвал

**$tga_n$  аниқлаш**

| Нурлар  | -1      | 0   | +1   | +2   | +3   | +4   | +5  | +6    | +7    |
|---------|---------|-----|------|------|------|------|-----|-------|-------|
| $X_n$   | -3.1    | 0   | 10.2 | 20.4 | 30.6 | 40.8 | 51  | 61.20 | 71.40 |
| $Y_n$   | 102     | 102 | 102  | 102  | 102  | 102  | 102 | 102   | 102   |
| $tga_n$ | -0.0304 | 0   | 0.1  | 0.2  | 0.3  | 0.4  | 0.5 | 0.6   | 0.7   |

4. (45) - (49) ифодалар ёрдамида  $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3$  коэффициентларни аниқлаймиз:

$$\alpha_1 = \frac{2.4}{(0.03 + 0.7)^2} 0.03 \cdot 0.7(0.7 + 0.03) + \frac{1.0}{(0.03 + 0.7)^3} 0.03 \cdot 0.7(0.7 \cdot 0.03 - 0.7^2 - 2) = 0.063 - 0.133 = -0.07$$

$$\alpha_2 = \frac{2.4}{0.73^2} 0.67 - \frac{1.0}{0.73^2} (0.03^2 + 3 \cdot 0.03 \cdot 0.7 - 2) = 1.957$$

$$\alpha_3 = 2.4 - 0.564 = 1.836$$

$$b_1 = \frac{2.4}{0.73^2} 2 \cdot 0.03^2 \cdot 0.7 - \frac{1.0}{0.73^2} 0.7^2 (2 \cdot 0.03^2 \cdot 0.7 - 0.03 \cdot 3 - 0.7) = 1.957$$

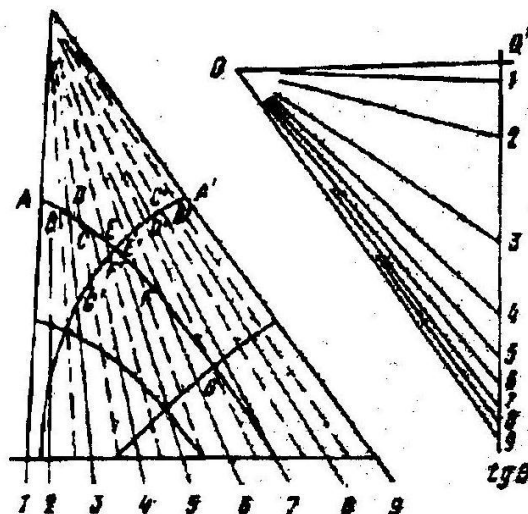
$$b_2 = \frac{2.4}{0.73^2} (0.03^2 \cdot 0.7)^2 - \frac{1.0}{0.73^3} (0.7 - 0.03 - 2 \cdot 0.7^2 \cdot 0.03) = 0.564$$

$$b_3 = 0.07$$

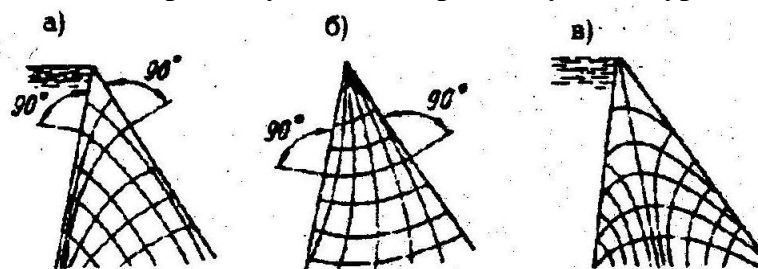
5. (60), (61), (62) тенгламалардан

$$\sigma_x^o \sigma_y^o \tau^o = const$$

аниқлаймиз ва уни натижаларини 6- жадвалга қўямиз.



12 – расм. Бош нормал кучланиш ҳаракат йўлини қуриш схемаси.



13 – расм. Бош кучланишлар ҳаракат йўли:  
а, б – нормал кучланишлар; в – уринма кучланишлар.

6. (63), (64) ифодалар ёрдамида ҳар бир нур учун  $N_{1.2}^0$  ва  $T^0$  ўзгармас миқдорини ҳисоблаб натижаларини 7 жадвалга ёзиб қўямиз.

7. Изостатларни қуриш учун бош нормал на бош уринма кучланишлар ординаталарини сув омборида сув тўла бўлган ҳолат учун аниқлаймиз (8,9-жадваллар).

8. 9 ва 10 жадвал натижаларига кўра  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $T$  кучларни изостатларини сув омборда сув тўла бўлган ҳолат учун қурамиз (14-а, б, в расм).

**Изостатларни қуриш учун бош уринма кучланиш ординаталарини  
аниқлаш**

| Нур № | Бош нормал кучланиш $T$ учун $Y = T/T_0$ |        |        |        |         |         |
|-------|------------------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
|       | $T=20$                                   | $T=40$ | $T=60$ | $T=80$ | $T=100$ | $T=120$ |
| -1    | 36.36                                    | 72.73  | 109.09 | 145.45 | 181.82  | 218.19  |
| 0     | 38.02                                    | 76.05  | 114.07 | 152.09 | 190.11  | 228.14  |
| 1     | 40.73                                    | 81.47  | 122.20 | 162.93 | 203.67  | 244.40  |
| 2     | 36.97                                    | 73.94  | 110.91 | 147.87 | 184.84  | 221.80  |
| 3     | 30.40                                    | 60.79  | 91.19  | 121.58 | 151.98  | 182.37  |
| 4     | 24.60                                    | 49.20  | 73.80  | 98.40  | 123.00  | 147.60  |
| 5     | 20.24                                    | 40.49  | 60.73  | 80.97  | 101.21  | 121.46  |
| 6     | 17.02                                    | 34.04  | 51.06  | 68.09  | 85.11   | 102.13  |
| 7     | 14.62                                    | 29.24  | 43.86  | 58.48  | 73.10   | 87.12   |

9.  $N_1$  кучланиш изостатини сув омбори сувдан бўшатиш ҳолати учун қурамыз 14-г расм.

10.  $N_1$  кучланиш изостатларини сув омборида сув тўла ва бўшатиш ҳолатлари учун умумлаштириб қурамыз 14-д расм.

11. Бош нормал кучланишлар ҳаракат йўлини қуриш учун (65) формуладан  $tg\theta$  миқдорини аниқлаймиз (13-жадвал).

12. 13-жадвал натижаларига кўра бош нормал кучланиш ҳаракат йўлини қурамыз (15-расм).

7- жадвал

$\sigma_x^o \sigma_y^o \tau^o = \text{const}$  миқдорини аниқлаш:  $a_1 = -0.07$ ;  $a_2 = 1.957$ ;  $a_3 = 1.836$ ;  $b_1 = 1.606$ ;  $b_2 = 0.564$ ;  $b_3 = 0.07$

| Нурлар | $\frac{tga_n}{X_n} = \frac{X_n}{Y_n}$ | $\alpha_1 = \frac{X_n}{Y_n}$ | $B_1$ | $\sigma_x^o \alpha_1 = \frac{X_n}{Y_n} + b_1$ | $\alpha_1 = \frac{X_n}{Y_n}$ | $B_2$ | $\sigma_x^o \alpha_1 = \frac{X_n}{Y_n} + b_2$ | $\alpha_3 = \frac{X_n}{Y_n}$ | $B_3$ | $\tau_0 \alpha_3 = \frac{X_n}{Y_n} + b_3$ |
|--------|---------------------------------------|------------------------------|-------|-----------------------------------------------|------------------------------|-------|-----------------------------------------------|------------------------------|-------|-------------------------------------------|
| 1      | 2                                     | 3                            | 4     | 5                                             | 6                            | 7     | 8                                             | 9                            | 10    | 11                                        |
| -1     | -000304                               | 0.0021                       | 1.606 | 1.6030                                        | -0.059                       | 0.564 | 0.05                                          | -0.056                       | 0.070 | 0.014                                     |
| 0      | 0                                     | 0                            |       | 1.606                                         | 0                            |       | 0.564                                         | 0                            |       | 0.70                                      |
| 1      | 0.10                                  | -0.07                        |       | 1.599                                         | 0.196                        |       | 0.760                                         | 0.184                        |       | 0.254                                     |
| 2      | 0.20                                  | -00014                       |       | 1.592                                         | 0.391                        |       | 0.955                                         | 0.364                        |       | 0.437                                     |
| 3      | 0.30                                  | -0.021                       |       | 1.585                                         | 0.587                        |       | 1.151                                         | 0.551                        |       | 0.621                                     |
| 4      | 0.40                                  | -0.028                       |       | 1.578                                         | 0.783                        |       | 1.347                                         | 0.734                        |       | 0.804                                     |
| 5      | 0.50                                  | -0.035                       |       | 1.571                                         | 0.979                        |       | 1.543                                         | 0.918                        |       | 0.988                                     |
| 6      | 0.60                                  | -0.042                       |       | 1.564                                         | 1.174                        |       | 1.738                                         | 1.102                        |       | 1.172                                     |
| 7      | 0.70                                  | -0.049                       |       | 1.557                                         | 1.370                        |       | 1.934                                         | 1.285                        |       | 1.355                                     |

8-жадвал

Сув омборида сув тўла бўлганда бош нормал ва бош уринма кучланишларни доимий коэффициентини аниқлаш

| Нурлар | $\sigma_x^o$ | $\sigma_y^o$ | $(\sigma_x^o + \sigma_y^o)$ | $(\sigma_x^o - \sigma_y^o)$ | $\tau^o$ | $4\tau_0^2$ | $\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_0^2}$ | $N_1^o$ | $N_2^o$ | $T^o$ |
|--------|--------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|-------------|----------------------------------------------|---------|---------|-------|
| 1      | 2            | 3            | 4                           | 5                           | 6        | 7           | 8                                            | 9       | 10      | 11    |
| -1     | 1.6080       | 0.505        | 2.109                       | 1.099                       | 0.014    | 0.0008      | 1.099                                        | 1.604   | 0.505   | 0.550 |
| 0      | 1.606        | 0.564        | 2.170                       | 1.042                       | 0.070    | 0.02        | 1.051                                        | 1.611   | 0.560   | 0.526 |
| 1      | 1.599        | 0.760        | 2.359                       | 0.839                       | 0.254    | 0.26        | 0.981                                        | 1.670   | 0.689   | 0.491 |
| 2      | 1.592        | 0.955        | 2.547                       | 0.637                       | 0.437    | 0.76        | 1.082                                        | 1.815   | 0.733   | 0.541 |
| 3      | 1.585        | 1.151        | 2.736                       | 0.434                       | 0.621    | 1.54        | 1.316                                        | 2.026   | 0.710   | 0.658 |
| 4      | 1.578        | 1.347        | 2.925                       | 0.231                       | 0.804    | 2.59        | 1.625                                        | 2.275   | 0.650   | 0.813 |
| 5      | 1.571        | 1.543        | 3.114                       | 0.028                       | 0.988    | 3.90        | 1.976                                        | 2.545   | 0.569   | 0.988 |
| 6      | 1.564        | 1.738        | 3.302                       | -0.174                      | 1.172    | 5.49        | 2.350                                        | 2.826   | 0.476   | 1.175 |
| 7      | 1.557        | 1.934        | 3.491                       | -0.377                      | 1.355    | 7.34        | 2.736                                        | 3.114   | 0.378   | 1.368 |

## Бош нормал кучланишлар изостатини қуриш учун ординаталарни аниқлаш

| Нур № | Бош нормал кучланиш $N_1$ учун $Y = \frac{N_1}{N_1^o}$ |          |           |           |           |           |           |           | Бош нормал кучланиш $N_2$ учун $Y = \frac{N_1}{N_2^o}$ |          |          |          |          |
|-------|--------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|       | $N_1=60$                                               | $N_1=80$ | $N_1=100$ | $N_1=120$ | $N_1=140$ | $N_1=160$ | $N_1=180$ | $N_1=200$ | $N_2=10$                                               | $N_2=20$ | $N_2=30$ | $N_2=40$ | $N_2=50$ |
| 1     | 2                                                      | 3        | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10                                                     | 11       | 12       | 13       | 14       |
| -1    | 37.41                                                  | 49.88    | 62.34     | 74.81     | 87.28     | 99.75     | 102.22    | 124.69    | 19.80                                                  | 39.60    | 59.41    | 79.21    | 99.01    |
| 0     | 37.24                                                  | 49.66    | 62.07     | 74.49     | 86.90     | 99.32     | 111.73    | 124.15    | 17.86                                                  | 35.71    | 53.57    | 71.43    | 89.29    |
| 1     | 35.95                                                  | 47.90    | 59.88     | 71.86     | 83.83     | 95.81     | 107.78    | 119.76    | 14.51                                                  | 29.03    | 43.54    | 58.06    | 72.57    |
| 2     | 33.06                                                  | 44.08    | 55.10     | 66.12     | 71.13     | 88.15     | 99.17     | 110.19    | 13.64                                                  | 27.29    | 40.93    | 54.57    | 68.21    |
| 3     | 29.62                                                  | 39.49    | 49.36     | 59.23     | 96.10     | 78.97     | 88.85     | 98.72     | 14.08                                                  | 28.17    | 42.25    | 56.34    | 70.42    |
| 4     | 26.37                                                  | 35.16    | 43.96     | 52.75     | 61.57     | 70.33     | 79.12     | 87.91     | 15.38                                                  | 30.77    | 46.15    | 61.54    | 76.92    |
| 5     | 23.58                                                  | 31.43    | 39.29     | 47.15     | 55.01     | 62.82     | 70.73     | 78.59     | 17.57                                                  | 35.15    | 52.72    | 70.30    | 87.87    |
| 6     | 21.23                                                  | 28.31    | 35.39     | 42.46     | 49.54     | 56.62     | 63.69     | 70.77     | 21.01                                                  | 42.02    | 63.03    | 84.03    | 105.4    |
| 7     | 19.27                                                  | 25.69    | 32.11     | 38.54     | 44.96     | 51.38     | 57.80     | 64.23     | 26.46                                                  | 52.91    | 79.37    | 105.82   | 132.28   |

$\sigma_x^o \sigma_y^o \tau^o = \text{const}$  микдорини аниқлаш ҳар бир нур учун сув омбори сувдан бўшатишган ҳолат учун аниқлаш

$a_1 = 0.063$ ;  $a_2 = -3.017$ ;  $a_3 = 0.182$ ;  $b_1 = 0.0039$ ;  $b_2 = 2.211$ ;  $b_3 = -0.063$

| Нурлар | $tga_n = \frac{X_n}{Y_n}$ | $\alpha_1 = \frac{X_n}{Y_n}$ | $B_1$  | $\sigma_x^o \alpha_1 = \frac{X_n}{Y_n} + b_1$ | $\alpha_1 = \frac{X_n}{Y_n}$ | $B_2$ | $\sigma_x^o \alpha_1 = \frac{X_n}{Y_n} + b_2$ | $\alpha_3 = \frac{X_n}{Y_n}$ | $B_3$ | $\tau_0 \alpha_3 = \frac{X_n}{Y_n} + b_3$ |
|--------|---------------------------|------------------------------|--------|-----------------------------------------------|------------------------------|-------|-----------------------------------------------|------------------------------|-------|-------------------------------------------|
| 1      | 2                         | 3                            | 4      | 5                                             | 6                            | 7     | 8                                             | 9                            | 10    | 11                                        |
| -1     | -000304                   | -0.002                       | 0.0039 | 0.02                                          | 0.092                        | 2.211 | 2.303                                         | -0.006                       | 0.036 | -0.069                                    |
| 0      | 0                         | 0                            |        | 0.0039                                        | 0                            |       | 2.211                                         | 0                            |       | -0.63                                     |
| 1      | 0.10                      | -0.006                       |        | 0.01                                          | -0.302                       |       | 1.909                                         | 0.018                        |       | -0.45                                     |
| 2      | 0.20                      | -0.013                       |        | 0.017                                         | -0.603                       |       | 1.608                                         | 0.036                        |       | -0.027                                    |
| 3      | 0.30                      | -0.019                       |        | 0.023                                         | -0.905                       |       | 1.306                                         | 0.055                        |       | -0.008                                    |
| 4      | 0.40                      | -0.025                       |        | 0.029                                         | -1.207                       |       | 1.004                                         | 0.073                        |       | 0.010                                     |
| 5      | 0.50                      | -0.032                       |        | 0.035                                         | -1.509                       |       | 0.703                                         | 0.091                        |       | 0.028                                     |
| 6      | 0.60                      | -0.038                       |        | 0.042                                         | -1.810                       |       | 0.401                                         | 0.109                        |       | 0.046                                     |
| 7      | 0.70                      | -0.044                       |        | 0.048                                         | -2.112                       |       | 0.099                                         | 0.127                        |       | 0.064                                     |

11-жадвал

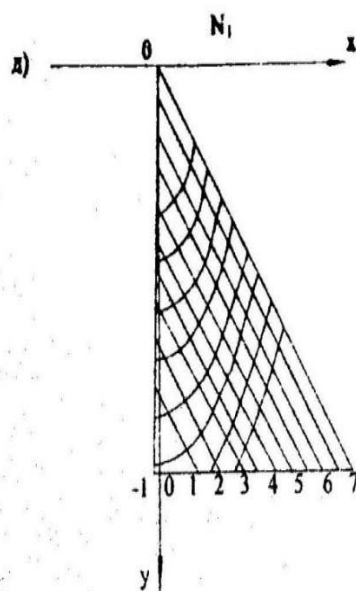
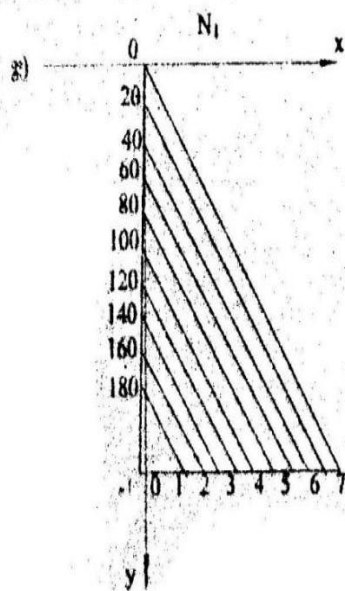
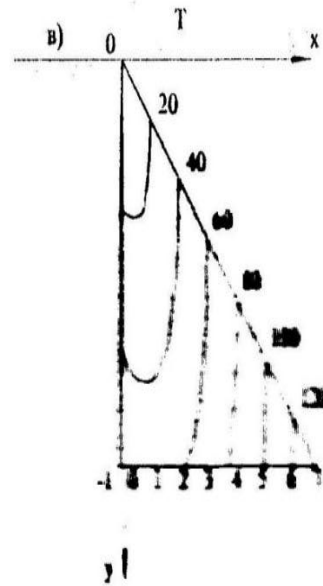
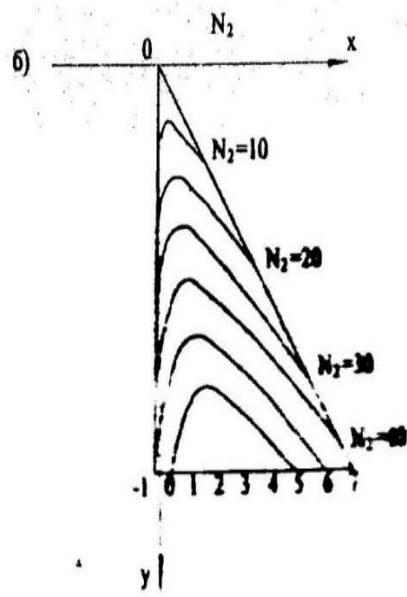
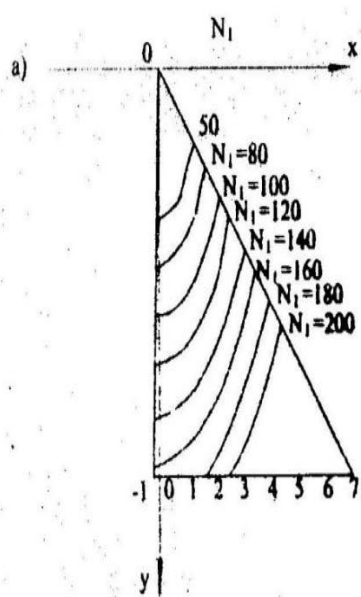
**Бош нормал кучланиш ўзгармас коэффициентларини сув омбори  
судан бўшатишган ҳолат учун аниқлаш**

| Нур № | $\sigma_x^o$ | $\sigma_y^o$ | $\sigma_x^o + \sigma_y^o$ | $\sigma_x^o - \sigma_y^o$ | $\tau^o$ | $4\tau_0^2$ | $N_1^o$ |
|-------|--------------|--------------|---------------------------|---------------------------|----------|-------------|---------|
| 1     | 2            | 3            | 4                         | 5                         | 6        | 7           | 8       |
| -1    | 0.002        | 2.303        | 2.305                     | -2.301                    | -0.069   | 0.02        | 2.305   |
| 0     | 0.0039       | 2.211        | 2.15                      | -2.202                    | -0.063   | 0.02        | 2.213   |
| 1     | 0.01         | 1.909        | 1.919                     | -1.809                    | -0.045   | 0.01        | 1.910   |
| 2     | 0.017        | 1.608        | 1.625                     | -1.591                    | -0.027   | 0.0029      | 1.608   |
| 3     | 0.023        | 1.306        | 1.329                     | -1.283                    | -0.008   | 0.00025     | 1.306   |
| 4     | 0.029        | 1.004        | 1.033                     | -0.975                    | 0.010    | 0.0004      | 1.004   |
| 5     | 0.35         | 0.703        | 0.738                     | -0.668                    | 0.028    | 0.0031      | 0.704   |
| 6     | 0.42         | 0.401        | 0.443                     | -0.359                    | 0.046    | 0.01        | 0.407   |
| 7     | 0.048        | 0.099        | 0.147                     | -0.051                    | 0.064    | 0.02        | 0.142   |

12-жадвал

**Сув омбори судан бўшатишган ҳолатида бош нормал кучланиш  
изостатини қуриш учун ординатларини аниқлаш**

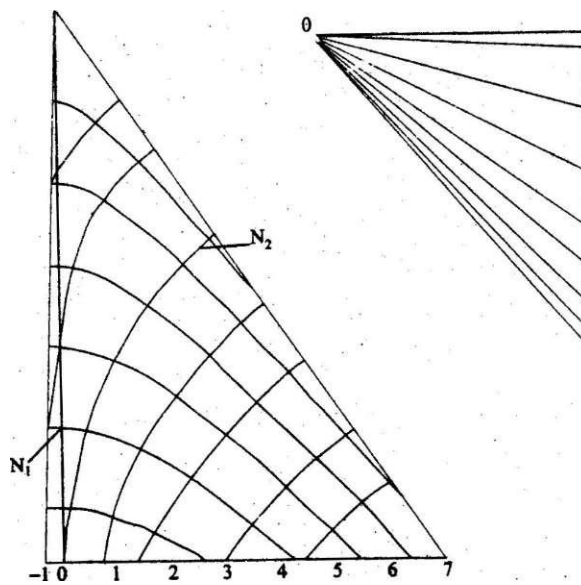
| Нур № | Бош нормал кучланиш $N_1$ учун $Y = \frac{N_1}{N_1^o}$ |          |          |          |           |           |           |           |
|-------|--------------------------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|       | $N_1=20$                                               | $N_1=40$ | $N_1=60$ | $N_1=80$ | $N_1=100$ | $N_1=120$ | $N_1=140$ | $N_1=160$ |
| -1    | 8.68                                                   | 17.35    | 26.03    | 34.71    | 43.38     | 52.06     | 60.74     | 69.41     |
| 0     | 9.04                                                   | 18.08    | 27.11    | 36.15    | 45.19     | 54.23     | 63.026    | 72.30     |
| 1     | 10.47                                                  | 20.94    | 31.41    | 41.88    | 52.36     | 62.83     | 73.30     | 83.77     |
| 2     | 12.44                                                  | 24.88    | 37.31    | 49.75    | 62.19     | 74.63     | 87.06     | 99.50     |
| 3     | 15.31                                                  | 30.63    | 45.94    | 61.26    | 76.57     | 91.88     | 107.20    | 122.51    |
| 4     | 19.92                                                  | 39.84    | 59.76    | 79.68    | 99.60     | 119.52    | 139.41    | 159.36    |
| 5     | 28.41                                                  | 56.82    | 85.23    | 113.64   | 142.05    | 170.45    | 198.86    | 227.27    |
| 6     | 49.14                                                  | 98.28    | 147.42   | 196.56   | 245.70    | 294.84    | 343.98    | 393.12    |
| 7     | 140.85                                                 | 281.69   | 422.54   | 563.38   | 704.23    | 845.07    | 985.92    | 1126.76   |



14-расм. Бош нормал кучланишлар изостатларини қуриш.

**Сув омборида сув тўла бўлган ҳолат учун бош нормал кучланишлар таъсир  
майдони ОХ ўқига нисбатан оғиш бурчаги  $tg\theta$  ни аниқлаш**

| Нурлар | $-(\sigma_x^o - \sigma_y^o)$ | $\sqrt{(\sigma_x^o - \sigma_y^o)^2 + 4\tau_0^2} = A$ | $-(\sigma_x^o - \sigma_y^o) - A$ | $-(\sigma_x^o - \sigma_y^o) + A$ | $tg\theta = \frac{-(\sigma_x^o - \sigma_y^o) - A}{2\tau_0}$ | $tg\theta = \frac{-(\sigma_x^o - \sigma_y^o) + A}{2\tau_0}$ |
|--------|------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| -1     | -1.099                       | 1.099                                                | -0                               | -2.198                           | 0                                                           | -78.50                                                      |
| 0      | -1.042                       | 1.051                                                | 0.1                              | -2.093                           | 0.064                                                       | -14.950                                                     |
| 1      | -0.839                       | 0.981                                                | 0.14                             | -1.820                           | 0.280                                                       | -3.583                                                      |
| 2      | -0.637                       | 1.082                                                | 0.45                             | -1.719                           | 0.509                                                       | -1.967                                                      |
| 3      | -0.434                       | 1.316                                                | 0.88                             | -1.75                            | 0.710                                                       | -1.409                                                      |
| 4      | -0.231                       | 1.625                                                | 1.394                            | -1.856                           | 0.867                                                       | -1.154                                                      |
| 5      | -0.028                       | 1.976                                                | 1.948                            | -2.004                           | 0.986                                                       | 1.104                                                       |
| 6      | 0.174                        | 2.350                                                | 2.524                            | -2.176                           | 1.077                                                       | -0.928                                                      |
| 7      | 0.377                        | 2.736                                                | 3.113                            | -2.359                           | 1.149                                                       | -0.87                                                       |



15-рasm. Бош нормал кучланишлар ҳаракат йўлини куриш.

## АДАБИЁТЛАР

1. Рассказов Л.Н. и др. Гидротехнические сооружения. Часть-1. Учебник-М. : Изд. АСВ., 2011.
2. Bakiyev M., Majidov I., Nosirov B., Xo'jaqulov R., Rahmatov M. Gidrotehnika inshootlari. 2- jild, darslik T., "Taъlim" 2009.
3. Файзиев Х. Гидротехника иншоотлари . Ўқув қўлланма, 3-қисм. ТАҚИ 2003.
- 4.Слисский С.М. Гидравлические расчеты высоконапорных гидротехнических сооружений.М., 1979.
- 5.Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. под р. Недрига В.П., М.,Стройиздат, 1983.
- 6.Гришин М.М.,Розанов Н.П. и др. Бетонные плотины (на скальных основаниях), М.,1975.
- 7.Кириенко И.И., Химерик Ю.А. Гидротехнические сооружения. Проектирование и расчет. К., Высшая школа, 1987.
- 8.Қоямас заминларда паст босимли сув оқизма тўғонларни лойиҳалаш. Ўқув қўлланма. ТАҚИ, Тошкент, 1995.
- 9.ҚМҚ 2.06.06-98 Бетон ва темир-бетон тўғонлар.Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура ва қурилиш қумитаси. Тошкент 1999 .

## ТОПШИРИҚ

“Катта бетон тўғонлар” курс лойихасига

гр. \_\_\_\_\_ Талаба \_\_\_\_\_

Қоя грунтли заминларда юқори босимли бетон туғонни лойихасини қуйидаги маълумотлар ёрдамида бажаринг:

1. Қурилиш жойи тархи № М1:
2. Тўғон створининг геологик кесими.
3. Гидроузел створидаги  $Q=f(h)$  графиги.
4. Юқори бьефдаги сув сатҳи отметкаси

МДО=

НДО=

ФСО=

5. Сув сарфи  $Q_{\text{макс}} =$  м<sup>3</sup>/с  
 $Q_{\text{мин}} =$  м<sup>3</sup>/с

6. Шамол тезлиги  $W_{1\%} =$  м/с  
 $W_{1\%} =$  м/с

7. Тўлқиннинг пайдо бўлиш узунлиги  $L_p =$

8. Сув омборининг бўйлама ўқи билан шамол йўналиши ўртасидаги бурчак  $\alpha =$

9. Жой сейсмиклиги балл.

10. Тўғон капиталлик синфи.

11. Йўл категорияси.

12. Гидроузел вазифаси.

Етишмаган маълумотлар адабиётлардан олинади ёки раҳбар томонидан тўлдирилади.

## **БАЖАРИЛАДИГАН ИШ ҲАЖМИ**

1. Гидроузел жойлашишини бажариш.
2. Тўғон ва унинг элементларини конструкциясини белгилаш.
3. Гидравлик ҳисоблар:
  - а) сув оқиш оралиғи узунлигини аниқлаш;
  - б) тўғон кўндаланг кесимини қуриш;
  - в) пастки бўёфда энергияни сўндириш.
4. Тўғоннинг фильтрация ҳисоби:
  - а) фильтрация тескари босимини аниқлаш;
  - б) муаллақ тутиб турувчи босимни аниқлаш.
5. Статик ҳисоблар:
  - а) тўғонни ағдарилишга турғунлигини аниқлаш;
  - б) силжишга қарши турғунлигини аниқлаш;
  - в) тўғон тубидаги кучланишларни аниқлаш.
6. Тўғон танасидаги кучланганлик ҳолатини ҳисоблаш:
  - а) бош нормал ва бош уринма кучланиш изостатларини аниқлаш (чизиш);
  - б) кучланиш траекториясини (йўлини) қуриш (чизиш).

## **ГРАФИК ҚИСМИ**

1. Гидроузелнинг бош тархи, унда ҳамма иншоотларни кўрсатган ҳолда (тўғон, ГЭС биноси ва ҳ.).
2. Тўғоннинг кўндаланг кесими, унинг ҳамма элементлари билан бирга (тиш, устун, галарей кўприк, дренаж, ва ҳ.).
3. Тўғоннинг пастки бўёфдан кўриниши.
4. Тўғоннинг 4-6 деталини чизиш (раҳбар кўрсатмасига асосан).

### Лойиҳани бажариш муддати

| № | Ҳафта | Бажарилган иш ҳажми                                                                          | Бажарилиши % |
|---|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1 | 1-2   | Гидроузел створини танлаш, баланлик схемасини чизиш, тўғон элементлари конструкцияси.        | 20           |
| 2 | 3-4   | Гидравлик ҳисоблар.                                                                          | 35           |
| 3 | 5-6   | Фiltrация ҳисоби, статик ҳисоблар                                                            | 55           |
| 4 | 7-8   | Тўғон танасининг кучланганлик ҳолатини аниқлаш. Кучланиш изостати ва траекторияларинг куриш. | 75           |
| 5 | 9     | График қисмини бажариш.                                                                      | 90           |
| 6 | 10    | Курс лойиҳасини тугаллаш ва топшириш.                                                        | 100          |

Топшириқ берилди\_\_\_\_\_

## МУНДАРИЖА

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Сўз боши                                                                         | 3  |
| 1.Тўғон қуриш жойини танлаш                                                      | 4  |
| 2. Гравитацион тўғонларнинг асосий конструктив элементлари                       | 4  |
| 3.Тўғонларни гидравлик ҳисоблаш                                                  | 16 |
| 3.1.Сув оқиш қисми кенглигини ҳисоблаш                                           | 16 |
| 3.2.Тўғон профилини қуриш                                                        | 18 |
| 3.3.Пастки бўёқда сув энергиясини сўндириш                                       | 18 |
| 3.3.1. Трамплин ёрдамида сувни отиб тушириш                                      | 18 |
| 3.3.2.Сув урилма қудуқ                                                           | 24 |
| 4.Статик ҳисоблар                                                                | 25 |
| 4.1.Тўғонларни ағдалишга турғунлигини аниқлаш                                    | 26 |
| 4.2.Тўғонларни силжишга қарши турғунлигини аниқлаш                               | 26 |
| 4.3.Тўғонни замин билан тугашган юзасидаги кучланишларни аниқлаш                 | 27 |
| 5.Тўғон танасидаги кучланганлик ҳолатини эластиклик назарияси<br>усулида аниқлаш | 28 |
| 5.1.Кучланиш изостатини қуриш                                                    | 31 |
| 5.2.Кучланиш траекториясини қуриш                                                | 34 |
| Адабиётлар                                                                       | 45 |
| Илова                                                                            | 46 |