

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

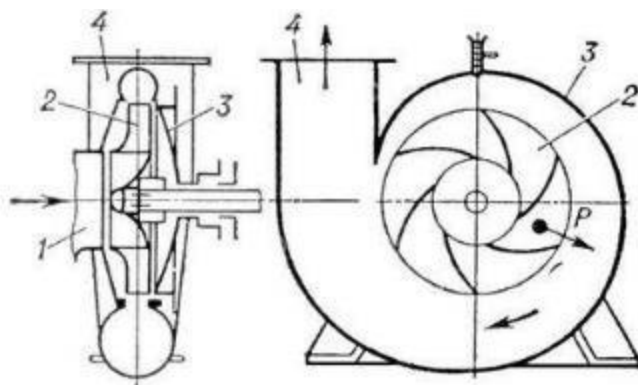
«Қурилиш» факултети

«Муҳандислик коммуникациялари қурилиши» кафедраси

«НАСОСЛАР»

фанидан амалий машғулотларни бажариш учун

УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА



5340400 – «МКҚ» йўналиши талабаларига мўлжалланган

Фарғона – 2018

Ушбу услубий қўлланма 5340400 – «МКҚ» йўналишидаги талабаларга мўлжалланган бўлиб, олий таълимнинг мавжуд давлат стандартларига ва ишчи ўқув дастурларига мос келади.

Услубий қўлланмада қисқача назарий маълумотлар, мавзуга оид масалалар ҳамда намунавий масалалар ечимлари келтириб, намуна сифатида қисқача ишлаб берилган.

*Услубий қўлланма
«Мухандислик коммуникациялари
қурилиши ва мантажи»
кафедраси илмий-услубий
семинарида (мажлис баёни №__,
_____2018 йил)
тасдиқланган.*

*Қурилиш факультети
услубий кенгаши томонидан
маъқулланиб чоп этишга тавсия
қилинган. (мажлис баёни №__,
_____2018 йил)*

Тузувчи:

*кат ўқи Мадрахимов М.М
асс. Сатторов А.Х*

Тақризчи:

т.ф.н.доц. Мадалиев Э.Ў

1 - боб. НАСОСЛАР, НАСОС ҚУРИЛМАЛАРИ ВА СТАНЦИЯЛАРИ

1.1. Асосий тушунчалар

Кейинги ўн йилликларда сув манбасидан юқорида жойлашган ерларни ўзлаштирилиши муносабати билан мелиоратив насос станциялари қурилиши авж олдирилди. Келажакда республикамизда суғориладиган дехқончиликни ривожланиши яъни янги ерларни ўзлаштирилиши ва суғоришнинг янги тежамкор (ёмғирлатиб, томчилатиб, ер остидан) технологияларини қўлланиши насос станциялари ёрдамида амалга оширилиши мумкин. Ер ости сувларини сатҳи кўтарилиши кўп ҳолларда вертикал зовурлар қуриш ва улардан насослар билан сувларини чиқариб ташлашни тақозо этади. Аҳолини ичимлик сув билан таъминлаш тармоқларида ҳам насос станциялари муҳим ўрин эгаллайди.

Насослар ёрдамида сув чиқаришга мўлжалланган гидромеханик ва энергетик асбоб-ускуналар ва гидротехника иншоотлари мажмуига насос станцияси дейилади.

Умумий ҳолда мелиоратив насос станциянинг гидротехник иншоотлари мажмуаси қуйидаги таркибда бўлиши мумкин (1.1-расм): 1-манба, 2-сув олиш иншооти, 3-сув келтириш канали, 4-тиндиргич, 5-аванкамера, 6-сув қабул қилиш бўлинмалари, 7-сўриш трубопроводлари, 8-насос станция биноси, 9-босимли трубопроводлар, 10-сув чиқариш иншооти, 11-машина канали [5,6].

Насос станциянинг аҳамияти, қурилиш, эксплуатацион ва табиий шароитларга боғлиқ равишда гидротехника иншоотлари мажмуининг таркиби ўзгартирилиши мумкин (1.1-расм, б, в).

Насос станцияларнинг асосий асбоб-ускуналари уларга ўрнатиладиган насос агрегатлари (насос ва электродвигател) ҳисобланади.

Насос деб, ташқаридан узатилган энергияни суюқлик оқимининг босим энергиясига айлантириб берувчи гидравлик машинага айтилади.

Насоснинг узаткич ва сўргич қисмларидаги солиштирма энергиялар айирмасига насоснинг босими дейилади (1.2-расм):

$$H = E_2 - E_1 = Z_2 - Z_1 + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \quad (1.1)$$

бу ерда,

H - суюқлик устунининг метр ўлчовидаги насоснинг тўла кўтариш баландлиги ёки босими, м;

$Z_1 ; Z_2$ - тенглаштириш текислигига нисбатан сўргич ва узаткич ўқиғача баландликлар, м;

$P_1 ; P_2$ - сўргич ва узаткич қисмларидаги абсолют босимлар, н/м² ;

γ - сувнинг солиштирма оғирлиги (9806,05 н/м³);

$V_1 ; V_2$ - сўргич ва узаткич қисмларидаги оқимнинг тезликлари, м/с.

1.1-расм. Суғориш тизими насос станциялари гидротехник иншоотларининг режа тасвири. а-тасвир, б-тасвир, в-тасвир. 1-манба, 2-сув олиш иншооти, 3-сув келтириш канали, 4-тиндиргич, 5-аванкамера, 6-сув қабул қилиш бўлинмалари, 7-сўриш трубопроводлари, 8-станция биноси, 9-босимли трубопроводлар, 10-сув чиқариш иншооти, 11-машина канали

1.2-расм. Насос қурилмасининг босимини аниқлаш тасвири

Юқоридаги (1.1) тенгламадаги энергия турларини ўзгартираолиш хусусияти бўйича насосларни тўрт гуруҳга бўлиш мумкин [7]:

1) сув кўтаргичлар - яъни суюқликнинг ҳолат энергиясини (Z) ўзгартирувчи қурилмалар: чархпалак, чиғир, сув кўтариш ғилдираги, Архимед винти, ҳаволи сув кўтаргичлар, капилляр насослар ва ҳакозо [8];

2) оқимчали насослар - суюқликни кинетик энергиясини ($V^2/2g$) ўзгартирувчи насослар: гидроэлеватор, эжектор, инжектор ва ҳакозо;

3) ҳажмий насослар - суюқликнинг потенциал энергиясини (P/γ) ўзгартувчи машиналар: поршенли (плунжерли), роторли, винтли, қанотли, диафрагмали насослар, сув халқали вакуум-насослар, гидравлик таран ва ҳакозо;

4) куракли насослар - суюқликнинг потенциал (P/γ) ва кинетик ($V^2/2g$) энергияларини ўзгартувчи машиналар: марказдан қочма, диагонал, ўқий ва уюрмали насослар.

1.2. Насос қурилмаларининг асосий иш кўрсаткичлари

Насос, двигатель, механик энергия узатмаси, сўриш ва босимли трубопроводлардан иборат, суюқлик узатишга мўлжалланган тузилмага насос қурилмаси дейилади (1.2-расм). Амалиётда очик ҳавзаларга ўрнатиладиган насос қурилмалари уч хил кўринишда бўлиши мумкин (1.3-расм) [9].

Насос қурилмасининг иш тартиби суюқлик ҳайдаши Q , босими H , қуввати N ва фойдали иш коэффициенти (ф.и.к.) η каби иш кўрсаткичлари билан белгиланади.

Суюқлик ҳайдаши Q - деб вақт бирлиги ичида насоснинг чиқарган суюқлик миқдорига айтилади, $\text{м}^3/\text{с}$, $\text{л}/\text{с}$, $\text{м}^3/\text{соат}$. Насоснинг суюқлик ҳайдаши Q босимли трубопроводга ўрнатилган турли хил жиҳозлар (Вентури труба, конуссимон найча, диафрагма, ҳажмий парракли ҳисоблагич, Пито найчаси, индукцион ва ултратовуш сув сарфи ўлчагичлари) ёки очик ҳавзалардаги сув шовва девори ёрдамида аниқланади [10,11].

Масалан, қисилган кесим юзали жиҳозлар (Вентури трубаси, конуссимон найча, диафрагма) билан Q аниқлашда қуйидаги умумий формуладан фойдаланилади ($\text{м}^3/\text{с}$):

$$Q = \mu F \sqrt{2g\Delta h} \quad (1.2)$$

Қайсики, Δh - ўлчов жиҳозининг кириш ва қисилган кесимларидаги босимлар фарқи, м;

F - қисилган кесими юзаси, м^2 ;

μ - сув сарфи коэффиценти, тажрибалар ёрдамида аниқланади ёки стандарт ўлчов жиҳози учун маълумотнома - адабиётларда берилади [4].

Насоснинг (қурилмасининг) тўла босими H - икки хил усулда аниқланади [5,6]:

1-усул. Насоснинг тўла геодезик кўтариш баландлиги ва трубопроводлардаги босимнинг исрофлари (яъни гидравлик қаршиликлар) йиғиндиси тарзида насоснинг босимини аниқлаш, (ҳисобий усул), м:

$$H = H_r + \sum h_w \quad (1.3)$$

бу ерда, H_r - тўла геодезик кўтариш баландлиги, м.

$\sum h_w$ - трубопроводлардаги маҳаллий ва узунликлар бўйича гидравлик қаршиликлар ҳисобига босим исрофлари йиғиндилари, м;

яъни:

$$\sum h_w = \sum h_m + \sum h_e$$

1.3-расм. Насос қурилмасининг турли ҳолатдаги ўрнатилиш тасвирлари:
а-насоснинг ўқи пастки сув сатхидан баландда ва юқори сув сатхидан

пастда; б-насос ўқи пастки ва юқори сув сатхларидан баландда; в-насос ўқи пастки ва юқори сув сатхларидан пастда.

Маҳаллий гидравлик қаршиликларга босим исрофлари умумий ҳолда қуйидаги формула билан ифодаланади [12]:

$$h_m = \xi_i \frac{V_i^2}{2g} \quad (1.4)$$

Трубопроводнинг узунлиги бўйича гидравлик қаршиликларига босим исрофлари қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$h_l = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (1.5)$$

$$\text{ёки} \quad h_e = Al \cdot Q^2 \quad (1.6)$$

$$\text{ёки} \quad h_e = \frac{l}{K^2} \cdot Q^2 \quad K = \frac{\pi d^2}{4} \cdot C \sqrt{R} \quad (1.7)$$

бу ерда, ξ_i - трубопроводдаги маҳаллий тўсқинларнинг қаршилик коэффициентлари: панжара, кириш, бурилиш, конус, қулфак ва ҳакозо учун (1-илова);

l - трубопровод айрим қисмлари узунликлари, м;

d - трубопровод диаметрлари, м;

Q - насоснинг сув ҳайдаши, м³/с;

V - суюқлик оқимининг тезликлари, м/с;

λ - трубопроводнинг ишқаланиш коэффициенти.

2 усул. Насоснинг босимини ўлчов асбоблари (вакуумметр, манометр) ёрдамида аниқлаш (амалий усул).

Бу усул билан насос босимини аниқлашда 1.3-расмда келтирилган насос қурилмаларининг турли шакллари эътиборга олиш зарур [9].

Биринчи шакл учун (а):

$$H = h_{\text{вак}} + h_{\text{ман}} + Z + \frac{V_x^2 - V_s^2}{2g} \quad (1.8)$$

Иккинчи шакл учун (б):

$$H = h_{\text{вак}1} + h_{\text{вак}2} + Z + \frac{V_x^2 - V_s^2}{2g} \quad (1.9) \quad \text{Учинчи шакл учун (в) :}$$

$$H = h_{\text{ман}1} + h_{\text{ман}2} + Z + \frac{V_x^2 - V_s^2}{2g} \quad (1.10)$$

бу ерда, $h_{\text{вак}}$ ва $h_{\text{ман}}$ - насоснинг сўргич ва узаткич қисмларига ўрнатилган вакуумметр ва манометрларнинг кўрсатишлари, м сув уст.,

Z - босимлар ўлчаш нуқталари орасидаги баландлик, м ;

V_s ва V_x - сўргич ва узаткичдаги оқимнинг тезликлари, м/с;

Насоснинг фойдали қуввати (кВт) [13,14]:

$$N_{\phi} = 9,81QH \quad (1.11)$$

Насоснинг валидаги қувват (кВт):

$$N = \frac{9,81QH}{\eta_n} = \frac{N_{\phi}}{\eta_n} \quad (1.12)$$

Насос қурилмасининг қуввати (кВт):

$$N_{\text{н.кур}} = \frac{9,81QH}{\eta_{\text{н.кур}}} \quad (1.13)$$

Насоснинг фойдали иш коэффициенти (Ф.И.К):

$$\eta_n = \frac{9,81QH}{N} = \frac{N_{\phi}}{N} \quad (1.14)$$

Насос қурилмасининг Ф.И.К:

$$\eta_{\text{н.кур}} = \eta_n \cdot \eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{уз}} \cdot \eta_{\text{эл.т}} \quad (1.15)$$

бу ерда $\eta_{\text{дв}}$ - двигителнинг Ф.И.К.

$\eta_{\text{уз}}$ -механик энергия узатмасининг Ф.И.К.

$\eta_{\text{эл.т}}$ - электр тармоғининг Ф.И.К

Насос қурилмаси сарфлаган электр энергиясининг баҳоси (сўм):

$$A = E \cdot S = N_{\text{н.кур}} \cdot T \cdot S = \frac{9,81QH}{\eta_{\text{н.кур}}} \cdot T \cdot S; \quad (1.16)$$

бу ерда , E - сарфланган электр энергия миқдори (кВт·соат) ;

S - 1 кВт·соат электр энергиясининг нархи (сўм) ;

T - қурилманинг иш муддати (соат).

1.3. Мелиоратив насос станцияларда қўлланадиган насослар

Агросаноат мажмуининг мелиоратив ва сув хўжалиги тизимларидаги насос станцияларида асосан тузилиши содда ва Ф.И.К. юқори бўлган куракли (марказдан қочма ва ўқий) насослар кенг қўлланилади [6,9].

Марказдан қочма насосларда (1.4-расм) суяқлик 3 сўргич орқали унинг 2 ишчи ғилдирагига ўқ йўналишида кириб, радиуси бўйича 4 олиб кетувчи мосламага энергияси ортган ҳолда чиқади ва 5 диффузор орқали 6 узатгичга йўналтирилади. Ишчи ғилдиракнинг кураклари марказдан қочма куч ҳосил қилиши натижасида суяқликнинг кинетик ва потенциал энергиясини орттиради.

1.4-расм. Марказдан қочма «К» турдаги насоснинг тасвири

Тузилиши ва қўлланиш соҳаси бўйича марказдан қочма насослар турли хилда ишлаб чиқарилади [6,13,14]:

I. Консол «К» турдаги марказдан қочма насос: бир томонлама суяқлик кирадиган ишчи ғилдиракли, бир поғонали (ғилдиракли), горизонтал валли бўлиб, ишчи ғилдирак валнинг консол қисмига ўрнатилган бўлади (1.4- расм).

II. Икки томонлама «Д» турдаги марказдан қочма насос: ишчи ғилдирагига икки томондан суяқлик кирадиган, бир поғонали (ғилдиракли) горизонтал валли кўринишда бўлади (7.2-расм, 6-илова).

III. Кўп поғонали «ЦНС» (МС), «ЦН» (М;МД) турдаги марказдан қочма насослар (7.3-расм): кўп ғилдиракли (поғонали) горизонтал валли кўринишда бўлади. МД-турдаги насосларда биринчи ишчи ғилдирагига суяқлик икки томондан киради.

IV. Вертикал валли «В» турдаги марказдан қочма насос: бир томонлама суюқлик кирадиган бир ғилдиракли, вертикал валли кўринишда бўлиб, ўқий ва гравитацион кучларни электродвигателнинг товлари қабул қилади (7-илова).

V. Махсус суюқликларни хайдовчи марказдан қочма насослар («Ф»-фекал, «П»-кумли сув учун, «Б»-кул аралашмаси учун, «Гру»-лойқа учун). Тузилиши бўйича бундай насослар «К» турдаги насосга ўхшайди, горизонтал ёки вертикал валли бўлиши мумкин.

VI. Қудукдан сув олувчи «ЦТВ» (А, АТН) ва «ЭЦВ» (АП) турдаги марказдан қочма артезиан насослари-кўп поғонали (ғилдиракли), вертикал валли кўринишда бўлади (7.4-расм).

Ўқий насослар бир ёки кўп ғилдиракли, горизонтал ёки вертикал валли бўлиши мумкин. Ишчи ғилдираги парракли бўлиб, суюқликни унга кириши ва чиқиши ўқ йўналишида бўлади (7.5-расм, 8-илова). Бу насослар кураклари губчайка пайвандланган («0» турда), ёки бурилувчан ҳолда («ОП» турда) ишлаб чиқарилади. Марказдан қочма ва ўқий насосларнинг тузилиши, иш тарзи ва белгиланиши [6,13,14,15] адабиётларда батафсил баён этилган.

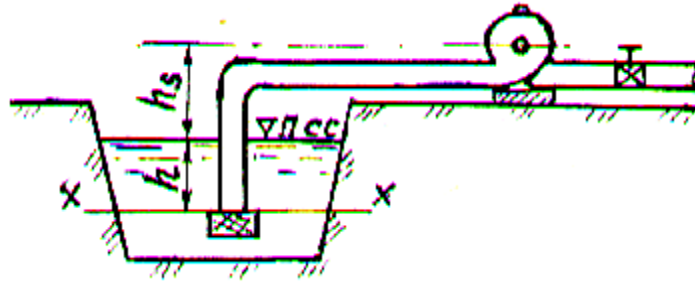
1. МАСАЛАЛАР

1.1. Сўриш трубопроводи диаметри $d_1=1200$ мм ва босим исрофлари $\Sigma h_{ws}=0,9$ м, босимли трубопроводи диаметри $d_2=1000$ мм ва босим исрофлари $\Sigma h_{wx}=3$ м, ўқининг ўрнатилиш белгиси $V_{HY}=354$ м бўлган насос қурилмаси пастки сув сатҳи $V_{П.С.С}=350$ м белгидан юқори сув сатҳи $V_{Ю.С.С.}=410$ м белгига $Q=1,3$ м³/с сув хайдаётган бўлса (1.2-расм), сўргич ва узаткич қисмларига ўрнатилган вакуумметр ва манометр кўрсатишлари асосида унинг тўла босимни аниқланг. Ҳисобларда $z=0,3$ м, пастки ва юқори бьефлардаги сувнинг тезликлари $V_{n.c.}=V_{ю.c.}=0$ деб қабул қилинади.

1.2. Оқимнинг тезлиги $V_k=0,8$ м/с бўлган каналнинг қирғоғига сув хайдаши $Q=30$ л/с, геодезик сўриш баландлиги $h_s=3$ м, сўриш трубопроводининг узунлиги $l=16$ м, диаметри $d=200$ мм, ғадир-будурлиги

$\Delta=0,7$ мм, бурилиш радиуси $R=2 d$ ($\xi_{\text{бур}}=0,294$) бўлган насос қурилмаси ўрнатилган бўлса (1.5-расм) [16]:

- 1) сўриш тармоғидаги энг юқори вакуум миқдорини топинг;
- 2) трубопроводнинг каналдаги сувга $h=2$ м чуқурликда ботирилган X - X кесимида вакуум қандай бўлишини исботланг.



1.5-расм. (1.2-масала учун)

1.3. Диаметри $D=0,3$ м, умумий узунлиги $L=50$ км, ғадир-будирлиги $\Delta=0,2$ мм бўлган пўлат босимли трубопроводдан кинематик ёпишқоқлик коэффиценти $\nu=1,15 \cdot 10^{-2}$ см ($\text{см}^2/\text{с}$) тенг бўлган сувни $h_1=150$ м баландликка суткасига 6000 м^3 ҳажмда ҳайдовчи насос қурилмасида (1.6-расм):

- 1) трубопроводдаги босимнинг йўқолиши ва манометрик ҳайдаш баландлигини топинг;
- 2) трубопроводнинг чиқиш жойидан $h_2=35$ м баландда, $l_2=10$ км узоқда жойлашган C нуқтадаги вакуум миқдорини топинг [17].

1.6-расм (1.3 - масала учун)

Ечиш

$$Q = \frac{6000}{24 * 3600} = 0.07 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$h_e = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$V = \frac{4 \cdot 0.07}{3.14 \cdot 0.3^2} = 1 \text{ м/с}$$

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{1 \cdot 0.3}{1.15 \cdot 10^{-6}} = 260000$$

$$\lambda = 0.11 \sqrt[4]{\frac{0.2}{300}} + \frac{68}{260000} = 0.018$$

$$h_e = 0.018 \frac{50000}{0.3} \cdot \frac{1^2}{19.62} = 152.9 \text{ м}$$

$$H_m = h_e + h_1$$

$$H_m = 152.9 + 150 = 352.9 \text{ м}$$

$$P_{vak} = \frac{P_{atm}}{\rho g} - h_{vak}$$

$$h_{vak} = h_r - \Delta h_1 = 185 - 306 = 121$$

1.4. Сув ҳайдаши $Q=300 \text{ л/с}$, босими $H=8 \text{ м}$, Ф.И.К. $\eta=78\%$ бўлган насос билан эластик муфта ёрдамида уланган электродвигателнинг қувватини топинг. Электродвигателнинг Ф.И.К. $\eta_{\text{дв}}=94 \%$.

1.5. Диаметри $D=250 \text{ мм}$ бўлган босимли трубопроводга ўрнатилган қисилган кесими диаметри $d=125 \text{ мм}$, сув сарфи коэффиценти $\mu=0,85$ тенг бўлган Вентури трубасига уланган симобли дифманометрнинг кўрсатиши $\Delta h_{\text{диф}}=380 \text{ мм}$ бўлса, насос қурилмасининг сув ҳайдашини аниқланг.

1.6. Манбадаги сув сатҳидан $h=2,5 \text{ м}$ баландда ўрнатилган ва ундан ўртадаги қудуқ орқали узунлиги $L=15 \text{ м}$, диаметри $D=200 \text{ мм}$ ўзи оқар қувур ва узунлиги $l=10 \text{ м}$, диаметри $d=150 \text{ мм}$ сўриш трубопроводи билан сув олаётган марказдан қочма насоснинг сўргич қисмидаги вакуум $h_{\text{вак}}=5 \text{ м}$

бўлганда, унинг сув ҳайдаши ҳамда қудуқ ва манбадаги сув сатҳларининг фарқини топинг (1.7-расм) [16].

Трубопроводларнинг ишқаланиш коэффициенти $\lambda=0,03$, қаршилиқ коэффициентлари: тўрли кириш қисми учун $\xi_{тур}=2$, бурилиш учун $\xi_{\delta}=0,2$, сўриш қопқоғи учун $\xi_{с.к.}=6$ олинади.

1.7-расм (1.6-масала учун)

1.7. Геодезик сўриш баландлиги $h_s=6$ м, диаметри $d=200$ мм, узунлиги $l=24$ м бўлган сўриш трубопроводига уланган сув ҳайдаши $Q=36$ л/с тенг марказдан қочма насоснинг сўргичига ўрнатилган вакуумметрнинг кўрсатишини аниқланг. Трубопроводнинг кириш қисмида турли қопқоқ ($\xi_{с.к.}=6$), урта тираксимон бурилиш ($\xi_{\delta}=0,3$) бор ва ишқаланиш коэффициенти $\lambda=0,025$.

1.8. Диаметри $d=200$ мм бўлган сўргичига ўрнатилган вакуумметр кўрсатиши $B=350$ мм с.м. уст. тенг, диаметри $d_x=150$ мм тенг узаткичига ўрнатилган манометрни кўрсатиши $M=8$ кгс/см², босим ўлчанаётган сатҳлар оралиғидаги баландлик $z=0,3$ м, сув ҳайдаши $Q=100$ л/с бўлган насос қурилмасининг тўла босимини аниқланг.

1.9. Диаметри $d=150$ мм, узунлиги $l=500$ м, олтига бурилиш ($\xi_{\delta}=0,25$), битта қулфак ($\xi_{кул}=0,12$), ишқаланиш коэффициенти $\lambda=0,02$ эга бўлган босимли трубопровод орқали жонли кесим юзи $\omega=0,5$ м² бўлган сув чиқариш иншоотига $Q=0,3$ м³/с сув ҳайдаётган насоснинг диаметри $d_x=250$ мм ли узаткичига унинг ўқидан $z=0,5$ м баландда ўрнатилган манометрнинг кўрсатишини аниқланг.

1.10. Сув ҳайдаши $Q=1,2 \text{ м}^3/\text{с}$, геодезик сўриш баландлиги $h_s=2,8 \text{ м}$, геодезик ҳайдаш баландлиги $h_x=68 \text{ м}$, босимнинг исрофлари: сўриш трубопроводида $\Sigma h_{w.c}=1,6 \text{ м}$, босимли трубопроводида $\Sigma h_{w.x}=8,5 \text{ м}$, трубопроводдан чиқишдаги оқимнинг эркин босими $h_{эрк}=1,5 \text{ м}$ бўлган насос қурилмасининг тўла босими, қуввати ва уч ой тўхтовсиз ишлаганда, электр энергиясининг баҳосини аниқланг.

Насоснинг Ф.И.К. $\eta_n=0,83$, электродвигателнинг Ф.И.К. $\eta_{эв}=0,9$, узатмани Ф.И.К. $\eta_{уз}=1$.

1.11. Сув ҳайдаши $Q=90 \text{ л/с}$, вакуумметрик сўриш баландлиги $h_{вак}=4,5 \text{ м}$, сўргичининг диаметри $d_s=300 \text{ мм}$ бўлган насос қурилмасидаги узунлиги $l=40 \text{ м}$, кириш қисмида турли қопқоқ, учта тирсаксимон бурилиш ва битта конфузур бўлган сўриш трубопроводида диаметрини ва насоснинг геодезик сўриш баландлигини аниқланг. Сўриш трубопроводида оқимнинг жоиз тезлиги $V_{жс}=0,8-1,2 \text{ м/с}$ қабул қилинади.

1.12. Фойдали иш коэффициенти $\eta_n=70 \%$, вакуумметрик сўриш баландлиги $h_{вак}=6 \text{ м}$ бўлган марказдан қочма насос $Q=72 \text{ л/с}$ сувни қудукдан $H_c=34 \text{ м}$ баланддаги босимли минорага узунлиги $l_1=15 \text{ м}$, битта турли сўриш қопқоғи, битта бурилишга эга бўлган сўриш ва узунлиги $l_2=130 \text{ м}$, учта бурилиш, битта қулфакка эга бўлган босимли трубопроводлари орқали чиқариб бермоқда. Трубопроводларнинг ишқаланиш коэффициенти $\lambda=0,025$. Насос қурилмасининг сўриш ва босимли трубопроводлари диаметрлари, насоснинг геодезик сўриш ва ҳайдаш баландликлари, ҳамда валидаги қувватини топинг. Оқимнинг жоиз тезлиги: сўриш трубопроводида $V_s=0,8-1 \text{ м/с}$, босимли трубопроводда $V_x=1,5-2 \text{ м/с}$ қабул қилинади.

1.13. Сув ҳайдаши $Q=70 \text{ л/с}$, босими $H=82 \text{ м}$ бўлган насос диаметри $d=0,9 \text{ м}$, узунлиги $l=8 \text{ км}$, ғадир-будирлик коэффициенти $n=0,02$ бўлган трубопровод билан белгиси $\nabla A=0$ нуқтадан белгиси $\nabla B=52 \text{ м}$ бўлган босимли ҳавзага сувни белгиси $\nabla C=60 \text{ м}$ бўлган сифон орқали чиқариб бермоқда. Трубопроводнинг маҳаллий гидравлик қаршиликларини узунлик бўйича

қаршилигига нисбатан 10 % миқдорда қабул қилиб, унинг чиқиш нуқтасидаги қолдиқ энергия миқдорини аниқланг.

1.14. **(Намунавий масала).** Геодезик сўриш баландлиги $h_s=4$ м бўлган насос қурилмаси $Q=10,3$ м³/с сувни белгиси $VII.C.C=22$ м пастки сув сатҳидан белгиси $VIO.C.C=53$ м юқори сув сатҳига диаметрлари $d_1=1,7$ м, $d_2=1,9$ м, $d_3=2,1$ м, $d_4=2,3$ м, $D=2,5$ м, узунликлари $L_1=66$ м, $L_2=1,8$ м, $L_3=7,1$ м, $L_4=4,3$ м, $L_5=3,5$ м бўлган трубопроводлар орқали чиқариб бермоқда (1.3,а-расм,)

Пастки ва юқори беъфлардаги оқимнинг жонли кесим юзалари $\omega_{n.c}=20,5$ м², $\omega_{ю.с}=5,70$ м² тенг.

Талаб этилади :

1. Насос қурилмасининг тўла босимини (1.3) формула билан аниқлаш.
2. Насос қурилмасининг тўла босими (1.8) формула билан текшириш;
3. Насос қурилмаси суткасига 20 соатдан йилига 210 кун ишлаганда сарфлайдиган электр энергиясининг баҳосини аниқлаш (насоснинг фойдали иш коэффициентини $\eta_n=88$ %, двигателнинг фойдали иш коэффициентини $\eta_{\text{дв}}=95$ %);
4. Босимли трубопроводдаги сурма қулфак қисман тўсилганда насоснинг қуввати $\alpha=22$ %, босими $\epsilon=38$ % ортса ва Ф.И.К. $\epsilon=15\%$ камайса, унинг қаршилик коэффициентини $\xi_{\text{кул}}$ ва очиқлик даражасини аниқлаш;
5. Босимли трубопроводдаги сурма қулфак қисман тўсилганда №2 ўлчов асбобининг кўрсатишини аниқлаш [9].

Ечиш :

1. Насоснинг тўла босимини (1.3) формула билан аниқлаш

$$H = H_e + \sum h_w + \frac{V_{ю.с}^2 - V_{n.c}^2}{2g}; \quad (1.3)$$

бу ерда , $H_e = VII.C.C. - VI.C.C. = 53 - 22 = 31$ м

Юқорида келтирилган (1.4) ва (1.5) формулалар билан маҳаллий ва узунлик бўйича гидравлик қаршиликларга босим исрофларини топиш учун ҳар хил кесим юзалардаги оқимнинг тезликларини аниқлаймиз:

$$V_{n.c} = \frac{Q}{\omega_{n.c}} = \frac{10,3}{20,5} = 0,5 \text{ м/с}; \quad \frac{V_{n.c}^2}{2g} = \frac{0,5^2}{19,62} = 0,013 \text{ м}$$

$$V_{ю.с} = \frac{Q}{\omega_{ю.с}} = \frac{10,3}{5,7} = 1,8 \text{ м/с}; \quad \frac{V_{ю.с}^2}{2g} = \frac{1,8^2}{19,62} = 0,177 \text{ м}$$

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 10,3}{3,14 \cdot 2,5^2} = 2,1 \text{ м/с}; \quad \frac{V^2}{2g} = \frac{2,1^2}{19,62} = 0,225 \text{ м}$$

$$V_1 = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 10,3}{3,14 \cdot 1,7^2} = 4,54 \text{ м/с}; \quad \frac{V_1^2}{2g} = \frac{4,54^2}{19,62} = 1,05 \text{ м}$$

$$V_2 = \frac{4Q}{\pi d_2^2} = \frac{4 \cdot 10,3}{3,14 \cdot 1,9^2} = 3,64 \text{ м/с}; \quad \frac{V_2^2}{2g} = \frac{3,64^2}{19,62} = 0,675 \text{ м}$$

$$V_3 = \frac{4Q}{\pi d_3^2} = \frac{4 \cdot 10,3}{3,14 \cdot 2,1^2} = 2,98 \text{ м/с}; \quad \frac{V_3^2}{2g} = \frac{2,98^2}{19,62} = 0,451 \text{ м}$$

$$V_4 = \frac{4Q}{\pi d_4^2} = \frac{4 \cdot 10,3}{3,14 \cdot 2,3^2} = 2,64 \text{ м/с}; \quad \frac{V_4^2}{2g} = \frac{2,64^2}{19,62} = 0,36 \text{ м}$$

Сўриш трубопроводидаги босимнинг исрофларини аниқлаймиз [12]:

1) хас-чўп ушловчи панжара учун

$$h_{\text{пан}} = \xi_{\text{пан}} \frac{V_{n.c}^2}{2g}$$

Тўртбурчак кесим юзали ўзаклари қалинлиги $\delta=0,6-1$ см, уларнинг оралиғи $b=5$ см, қиялик бурчаги $\alpha=70^\circ$ бўлган хас-чўп ушловчи панжаранинг қаршилиқ коэффициентини $\xi_{\text{пан}}$ қуйидаги формула билан топилади (1-илова):

$$\xi_{\text{пан}} = \beta \left(\frac{\delta}{b} \right)^{4/3} \sin \alpha = 2,42 \left(\frac{1}{5} \right)^{4/3} 70^\circ = 0,272$$

$$\text{Демак, } h_{\text{пан}} = 0,272 \cdot 0,0130 = 0,0035 \text{ м}$$

Эслатма: ўзаклар оралиғи b марказдан қочма насослар учун $b=(1/30)D$, ўқий насослар учун $b=(1/20)D$ қабул қилинади (D -насоснинг ишчи ғилдираги диаметри).

Бу ерда β -ўзакнинг шаклига боғлиқ коэффициент бўлиб (1-илова), қиррали ўзак учун $\beta=2,42$, силлиқланган ўзак учун $\beta=1,57$, юмалоқ кесим юзали ўзак учун $\beta=1,79$ га тенг қабул қилинади.

2) Қирғоғи ўткир қувурга оқимнинг кириши учун (1-илова):

$$h_{\text{кур}} = \xi_{\text{кур}} \left(\frac{V^2}{2g} \right) = 0,5 \cdot 0,225 = 0,113 \text{ м} \quad \text{бу ерда: } \xi_{\text{кур}} = 0,5 \quad (1\text{-илова})$$

3) Конфузор учун $h_{\text{кон1}} = \xi_{\text{кон}} \left(\frac{V_4^2}{2g} \right) = 0,04 \cdot 0,36 = 0,014 \text{ м};$ чунки

$$\operatorname{tg} \frac{\theta^\circ}{2} = \frac{D - d_4}{2L_4} = \frac{2,5 - 2,3}{2} = 0,0233: \theta^\circ = 2^\circ 40' \text{ бўлганда, } \xi_{\text{кон}} = 0,04$$

(1-иловадан) қабул қилинади.

4) бурилиш учун $h_{\text{бур}} = \xi_{\text{бур}} \frac{V_4^2}{2g} = 0,088 \cdot 0,36 = 0,031 \text{ м};$

чунки $R = 2d_4$ ва $\theta^\circ = 60^\circ$ бўлганда $\xi_{\text{кон}} = 0,088$ қабул қилинади (1-илова)

5) узунлик l_3 учун:

$$h_{l_3} = \lambda \frac{L_3}{d_4} \cdot \frac{V_4^2}{2g} = 0,089 \cdot \frac{7,1}{2,3} \cdot 0,36 = 0,01 \text{ м}$$

бу ерда, λ -ишқаланиш коэффициенти, Рейнольдс сони Re га боғлиқ, Рейнольдс сони Re кинематик ёпишқоқлик коэффициенти $\nu = 0,0115 \text{ см}^2/\text{с}$ ($t = 15^\circ \text{C}$), бўлганда,

$$Re = \frac{V_4 \cdot d_4}{\nu} = \frac{264 \cdot 230}{0,0115} = 5297042 > 2320 = Re_{\text{кр}}$$

Демак, оқимнинг турбулент ҳаракатли тартиби учун

$$\lambda = \frac{1}{(1,8 \lg Re - 1,52)^2} = \frac{1}{(1,8 \lg 5297042 - 1,52)^2} = 0,0089$$

6) Конфузор 2 учун

$$h_{\text{кон2}} = \xi_{\text{кон2}} \frac{V_3^2}{2g} = 0,04 \cdot 0,451 = 0,018 \text{ м. Чунки } \operatorname{tg} \frac{\theta^\circ}{2} = \frac{d_4 - d_3}{2L_5} = \frac{2,3 - 2,1}{2 \cdot 3,5} = 0,03$$

$\theta^\circ = 3^\circ 27'$ бўлганда, 1-иловадан $\xi_{\text{кон2}} = 0,04$ қабул қилинади.

Сўриш трубопроводидаги босим исрофлари йиғиндиси :

$$\begin{aligned} \sum h_{\text{ws}} &= h_{\text{пан}} + h_{\text{кур}} + h_{\text{кон1}} + h_{\text{бур1}} + h_{l3} + h_{\text{кон2}} = \\ &= 0,035 + 0,113 + 0,014 + 0,031 + 0,01 + 0,018 = 0,221 \text{ м} \end{aligned}$$

Босимли трубопроводдаги босим исрофларини аниқлаймиз:

1) сурма кулфак учун:

$$h_{кул} = \xi_{кул} \frac{V_1^2}{2g} = 0,07 \cdot 1,05 = 0,074 м$$

бу ерда $\xi_{кул}=0,07$ - қулфакни тўла очик ҳолати учун олинади (1-илова).

2) Иккита бурилиш учун ($\alpha=30^\circ$).

$$h_{бур2} = h_{бур3} = \xi_{бур} \frac{V_1^2}{2g} = 0,0435 \cdot 1,05 = 0,048 м$$

бу ерда $\xi_{бур}=0,0435$ қиймат 1-иловадан $\alpha=30^\circ$ ва $R=2d$ қийматлар учун қабул қилинган

$$3) \text{ узунлик } L_1 \text{ учун } h_{L_1} = \lambda \cdot \frac{L_1}{d_1} \cdot \frac{V_1^2}{2g} = 0,0107 \cdot \frac{66}{1,7} \cdot 1,05 = 0,44 м$$

$$\text{бу ерда } \lambda = \frac{1}{(1,8 \lg Re - 1,52)^2} = \frac{1}{(1,8 \lg 6733950 - 1,52)^2} = \frac{1}{(1,8 \cdot 6,28 - 1,52)^2} = 0,0107$$

$$\text{Чунки } Re = \frac{V_1 \cdot d_1}{\nu} = \frac{454 \cdot 170}{0,0115} = 6733950 > 2320 = Re_{кр} \text{ бўлганлиги сабабли}$$

оқимнинг ҳаракати турбулент тартибда бўлади

$$4) \text{ диффузор учун: } h_{диф} = \xi_{диф} \frac{V_1^2}{2g} = 0,18 \cdot 0,675 = 0,121 м;$$

$$\text{чунки } \operatorname{tg} \frac{\theta^\circ}{2} = \frac{d_2 - d_1}{2L_2} = \frac{1,9 - 1,7}{2 \cdot 1,8} = 0,055 \text{ ва } \theta^\circ = 6^\circ 14'; \text{ бўлганда 1-иловадаги}$$

$$\xi_{диф}=0,18 \text{ қабул қилинади.}$$

5) Трубопроводнинг чиқиш қисми учун:

$$h_{чик} = \frac{(V_2 - V_{ю.с})^2}{2g} = \frac{(3,64 - 1,8)^2}{19,62} = 0,173 м$$

Босимли трубопроводдаги босим исрофлари йиғиндиси:

$$\begin{aligned} \Sigma h_{wx} &= h_{кул} + 2 h_{бур} + h_{L_1} + h_{диф} + h_{чик} = \\ &= 0,074 + 2 \cdot 0,048 + 0,44 + 0,121 + 0,173 = 0,904 м. \end{aligned}$$

Насос қурилмасидаги умумий босим исрофлари йиғиндиси:

$$\Sigma h_w = \Sigma h_{ws} + \Sigma h_{wx} = 0,221 + 0,904 = 1,125 м$$

Демак, насос қурилмасининг тўла босими

$$H = H_c + \sum h_w + \frac{V_{юг}^2 - V_{юс}^2}{2g} = 31 + 1,125 + 0,177 - 0,013 = 32,28 м.$$

2. Насоснинг тўла босимини (1.8) формула билан текшириш

$$H = h_{\text{вак}} + h_{\text{ман}} + Z + \frac{V_x^2 - V_s^2}{2g}; \quad (1.8)$$

1). N1-ўлчов асбобининг кўрсатишини аниқлаймиз. Бунинг учун пастки сув сатҳидаги I-I ва насос укидаги II-II кесимлар учун 0-0 текисликка нисбатан Д. Бернулли тенгламасини тузамиз:

$$\frac{P_\alpha}{\gamma} + \frac{V_{nc}^2}{2g} = \frac{P_s}{\gamma} + \frac{V_3^2}{2g} + \frac{d_3}{4} + h_s + \sum h_{ws} \quad (1.17)$$

$\frac{P_\alpha - P_s}{\gamma} = \frac{P_{\text{вак}}}{\gamma} = h_{\text{вак}}$ деб белгилаб, вакуумметрни кўрсатишини аниқлаймиз

$$h_{\text{вак}} = h_s + \sum h_{ws} + \frac{d_3}{4} + \frac{V_3^2 - V_{nc}^2}{2g} \quad (1.18)$$

$$h_{\text{вак}} = 4 + 0,221 + 0,525 + 0,411 - 0,013 = 5,18 \text{ м.}$$

2). N2 ўлчов асбобининг кўрсатишини аниқлаймиз. Бунинг учун насос ўқидан утувчи II-II ва юқори сув сатҳидаги III-III кесимлар учун 0-0 тенглаштириш текислигига нисбатан Д.Бернулли тенгламаси тузамиз:

$$\frac{P_x}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{d_1}{2} + 0,3 = \frac{P_\alpha}{\gamma} + \frac{V_{\text{ю.с.}}^2}{2g} + h_x + \sum h_{wx} \quad (1.19)$$

бундан $\frac{P_x - P_\alpha}{\gamma} = \frac{P_{\text{ман}}}{\gamma} = h_{\text{ман}}$ деб белгилаб манометр кўрсатиши

куйидагича аниқланади:

$$h_{\text{ман}} = h_x + \sum h_{wx} - \frac{d_1}{2} - 0,3 + \frac{V_{\text{ю.с.}}^2 - V_1^2}{2g} \quad (1.20)$$

$$h_{\text{ман}} = 27 + 0,904 - 0,85 - 0,3 + \frac{0,5^2 - 4,54^2}{19,62} = 25,85 \text{ м}$$

бу ерда h_x -геодезик ҳайдаш баландлиги

$$h_x = \text{VII.С.С} - (\text{VII.С.С} + h_s) = 53 - (22 + 4) = 27 \text{ м}$$

Босимлар ўлчаш нуқталари орасидаги баландлик

$$Z = \frac{d_1}{2} + 0,3 - \frac{d_3}{4} = 0,85 + 0,3 - 0,525 = 0,625 \text{ м.}$$

Бундан ташқари $V_x = V_1$ ва $V_s = V_3$ қабул қилинади.

Аниқланган қийматларни (1.8) формулага қўйиб насоснинг тўла босимини текшириб кўрамиз:

$$H = 5,18 + 25,85 + 0,625 + \frac{4,54^2 - 2,98^2}{19,62} = 32,20 \text{ м}$$

Демак, (1,3) ва (1.8) формулалар билан топилган насоснинг тўла босими бир хил қийматга эга ($H=32,25 \text{ м}$).

3. Насос қурилмасининг сарфлаган электр энергияси баҳосини аниқлаш

Бир йилда 210 кун суткасига 20 соатдан ишлаганда насос қурилмаси сарфлаган электр энергияси миқдори (1.16) формула билан топилади:

$$E = N_{н.кур} T = \frac{9,81QH}{\eta_n \eta_{об} \eta_{уз} \eta_{эл.т}} T = \frac{9,81 \cdot 10,3 \cdot 32,25}{0,88 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,99} \cdot 4200 = 15219890 \text{ кВт.соат};$$

Электр энергияси баҳоси $A = E \cdot S = 15219890 \cdot 0,25 = 3804972,5 \text{ сўм}$

бу ерда, $S=0,25 \text{ сўм} - 1 \text{ кВт.соат}$ электр энергиясининг нархи.

4. Сурма қулфак қисман тўсилганда унинг қаршилигини аниқлаш

Масалани шarti бўйича қулфак қисман тўсилганда, насоснинг қуввати $a=22 \%$ га, босими $b=38 \%$ ортади, $\Phi.И.К. c=15 \%$ га камаяди.

Насоснинг валидаги қуввати

$$N = \frac{9,81QH}{\eta_n} \quad (1.12)$$

Қулфак тўсилганда (1.12) формула қуйидаги ўзгариш киритилади:

$$1,22N = \frac{9,81Q_x \cdot 1,38H}{0,85\eta_n} \quad (1.21)$$

Юқоридаги (1.12) ва (1.21) формулалардан

$$1,22 \frac{9,81QH}{\eta_n} = \frac{9,81Q_x \cdot 1,38H}{0,85 \cdot \eta_n};$$

$$Q_x = \frac{1,22 \cdot Q \cdot 0,85}{1,38} = \frac{1,22 \cdot 10,3 \cdot 0,85}{1,38} = 7,73 \text{ м}^3/\text{с}$$

Насоснинг сув ҳайдаши ўзгариши билан сўриш ва босимли трубопроводларидаги босим исрофлари квадрат қонуният асосида ўзгаради, яъни

$$\frac{h_w^l}{h_w} = \left(\frac{Q_x}{Q} \right)^2 \quad \text{у ҳолда ,}$$

$$\sum h_{ws}^l = \sum h_{ws} \left(\frac{Q_x}{Q} \right)^2 = 0,221 \left(\frac{7,73}{10,3} \right)^2 = 0,124 \text{ м}$$

$$\begin{aligned} \sum h_{wx}^{||} &= \sum h_{wx}^l - h_{кул}^l = (\sum h_{wx} - h_{кул}) \left(\frac{Q_x}{Q} \right)^2 = \\ &= (0,904 - 0,0735) \left(\frac{7,73}{10,3} \right)^2 = 0,8255 \cdot 0,564 = 0,465 \text{ м} \end{aligned}$$

бу ерда $\sum h_{wx}^{||}$ - сурма қулфак қаршилиги ҳисобланмаган ҳолдаги босимли трубопроводнинг босим исрофлари йиғиндиси.

Сурма қулфак қисман тўсилгандаги босим исрофлари йиғиндиси

$$\sum h_w^l = \sum h_{ws}^l + \sum h_{wx}^l = \sum h_{ws}^l + \sum h_{wx}^{||} + h'_{кулф} = 0,124 + 0,465 + h'_{кулф} = 0,589 + h'_{кулф}$$

Масалани шартига асосан насос қурилмасининг босими қуйидагича ифодаланади:

$$1,38H = H_z + \sum h_w^l + \frac{(V_{ю.с}^l)^2 - (V_{н.с}^l)^2}{2g}$$

$$1,38H = H_z + 0,589 + h_{кулф}^l + \frac{(V_{ю.с}^2 - V_{н.с}^2)}{2g} \cdot \left(\frac{Q_x}{Q} \right)^2$$

$$h_{кул}^l = 1,38H - H_z - 0,589 - \frac{(V_{ю.с}^2 - V_{н.с}^2)}{2g} \cdot \left(\frac{Q_x}{Q} \right)^2$$

$$h_{кул}^l = 1,38 \cdot 32,25 - 31 - 0,589 - (0,177 - 0,0128) \cdot 0,564 = 12,92 - 0,092 = 11,8 \text{ м}$$

Шундай қилиб, $h_{кулф}^l = \xi_{кулф}^l \frac{(V_1^l)^2}{2g}$ десак,

$$\xi_{кулф}^l = \frac{h_{кул}^l \cdot 2g}{(V_1^l)^2 \cdot \left(\frac{Q_x}{Q} \right)^2} = \frac{11,8}{0,592} = 19,98$$

Топилган $\xi_{кулф}^l = 19,98$ қиймат бўйича 1-иловадан қулфакнинг очиклик даражасини аниқлаймиз [12]:

$$\frac{h}{d_1} = 0,252; \quad h = 0,252 \cdot d_1 = 0,252 \cdot 1,7 = 0,48 \text{ м}$$

1.8-расм (1.14-масала учун)

5. Босимли трубопроводдаги сурма қулфак қисман тўсилганда №2 ўлчов асбобининг кўрсатишини аниқлаш

$$\begin{aligned} h_{ман}^I &= h_x + \sum h_{w,x}^I - \frac{d_1}{2} - 0,3 + \frac{(V_{ю.с}^I)^2 - (V_1^I)^2}{2g} = \\ &= h_x + \sum h_{w,x}^{II} + h_{квл}^I - \frac{d_1}{2} - 0,3 + \frac{(V_{ю.с}^I)^2 - (V_1^I)^2}{2g} \cdot \left(\frac{Q_x}{Q} \right)^2 = \\ &= 27 + 0,465 + 13,01 - 0,85 - 0,3 + (0,177 - 1,05) \cdot 0,564 = 39,24 - 0,498 = 38,83 \text{ м} \end{aligned}$$

Демак, қулфак қисман тўсилганда №2 манометрнинг кўрсатиши ортади яъни: $h_{ман}^I > h_{ман} (38,83 > 25,85 \text{ м})$ бўлади.

1.5. Назорат саволлари

1. Насос станциялари қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида қандай мақсадларда ишлатилади?
2. Қандай иншоот насос станцияси деб аталади?
3. Сув хўжалиги ва мелиорация соҳасида қўлланиладиган насос станцияларининг гидротехник иншоотлари тартибини айтиб беринг?
4. Қандай машина насос деб аталади?
5. Насоснинг босими деб нимага айтилади?

6. Энергия турини ўзгартира олиш хусусияти бўйича насосларни қандай гуруҳларга бўлиш мумкин?

2-боб. НАСОСЛАР НАЗАРИЯСИ АСОСЛАРИ

2.1. Куракли насосларнинг назарий ҳисоблаш муносабатлари

Марказдан қочма насос ишчи ғилдираги кураклари сони чексиз бўлган ҳолда назарий босим тенгламаси қуйидагича ифодаланди [6,18]:

$$H_{t\infty} = \frac{U_2 V_2 \cos \alpha_2 - U_1 V_1 \cos \alpha_1}{g} \quad (2.1)$$

Ишчи ғилдиракка оқим зарбасиз кирса, яъни радиал йўналишида бўлганда ($\alpha_1 = 90^\circ$):

$$H_{t\infty} = \frac{U_2 V_2 \cos \alpha_2}{g} = \frac{U_2 V_{2u}}{g} \quad (2.2)$$

бу ерда, V_1 ва V_2 - ишчи ғилдиракка кириш ва чиқишдаги оқимнинг абсолют тезликлари; (2.1-расм).

U_1 ва U_2 - ишчи ғилдиракка кириш ва чиқишдаги айланма тезликлар;

α_1 ва α_2 - ишчи ғилдиракка кириш ва чиқишдаги U ва V векторлари орасидаги бурчаклар;

V_{2u} - абсолют тезликнинг айланма (тангенциал) ташкил этувчиси (2.1-расм).

2.1.-расм. Марказдан қочма насос ишчи ғилдирагига кириш ва чиқишдаги тезликлар диаграммалари

Кураклар сони чекланган ишчи ғилдирак учун оқимнинг ҳақиқий ҳаракати ўзгача бўлади, у ҳолда назарий босими:

$$H_t = \chi H_{t\infty} \text{ ёки } H_t = \frac{U_2 V_{2u}^l}{g} \quad (2.3)$$

бу ерда $\chi = \frac{V_{2u}^l}{V_{2u}}$ - циркуляция коэффиценти яъни ишчи ғилдирак

кураклари сони чекланганлигини ҳисобга олувчи тузатма коэффицент;

V_{2u}^l - кураклар сони чекланган ҳолдаги абсолют тезликнинг айланма ташкил этувчиси.

Коэффициент χ бир қатор факторларга боғлиқ бўлиб, унинг тажриба усули билан топилган, n_s - тезкорлик коэффицентиға боғлиқ қийматлари 2.1-жадвалда келтирилган [19].

2.1-жадвал.

n_s	40	50	75	100	125	150	175	200	250
χ	0.78	0,8	0,81	0,82	0,805	0,77	0,715	0,675	0,55

Тузатма χ коэффицентни қуйидагича топиш мумкин:

$$\chi = \frac{1}{1 + P_z} \quad (2.4)$$

$$\text{бу ерда, } P_z = \frac{1,2(1 + \sin \beta_{2\text{кур}})}{Z[1 - (D_1/D_2)^2]}; \quad (2.5)$$

Z - кураклар сони;

$\beta_{2\text{кур}}$ - куракларнинг чиқишдаги ўрнатилиш бурчаги; $\left(\sin \beta_{2\text{кур}} = \frac{S_2}{\sigma_2} \right)$;

D_1 ва D_2 - ишчи ғилдирак куракларига кириш ва чиқишдаги айланаси диаметрлари;

S_2 - куракларнинг чиқишдаги қалинлиги;

σ_2 - курак қиррасини D_2 диаметр айланаси бўйича қалинлиги (2.1-расм);

Марказдан қочма насос ишчи ғилдираги кураклар сони Z қуйидаги формула билан топилади [20,21]:

$$Z = 6,5 \frac{R_2 + R_1}{R_2 - R_1} \cdot \sin \frac{\beta_2 - \beta_1}{2} \quad (2.6)$$

бу ерда, β_1 ва β_2 - куракларга кириш ва чиқишдаги нисбий тезлик вектори ва айланма тезлик векторининг манфий йўналиши оралиқларидаги бурчаклар (2.1-расм).

R_1 ва R_2 - ишчи ғилдирак куракларига кириш ва чиқишдаги айланалар радиуслари.

Ишчи ғилдирак куракларига кириш ва чиқишдаги айланма тезликлар:

$$U_1 = \frac{\pi D_1 n}{60}; \quad U_2 = \frac{\pi D_2 n}{60} \quad (2.7)$$

ёки

$$U_2 = \frac{1}{2\sqrt{1-\rho}} \sqrt{2gH_t} = K_{u_2} \sqrt{2gH_t} \quad (2.8)$$

бу ерда, $\rho = 0,7-0,8$ -реактивлик коэффиценти;

тезкорлиги $n_s = 50-100$

тенг ғилдирак учун $\rho = 0,7$;

n - валнинг (ғилдиракнинг) айланиш частотаси, ай/мин.

Ишчи ғилдирак куракларига киришдаги абсолют тезлик V_1 , уларнинг қалинлиги ҳисобига оқимнинг қисилиш коэффиценти ($\varphi_1 = 0,9$) орқали қуйидагича ифодаланади:

$$V_1 = \frac{V_0}{\varphi_1} \quad (2.9)$$

Ғилдиракнинг кириш қисмидаги оқимнинг тезлиги :

$$V_0 = \frac{4Q}{\eta_{хаж} \pi (D_0^2 - d_s^2)} \quad (2.10)$$

ёки

$$V_0 = (0,06 \div 0,08) \cdot \sqrt[3]{Qn^2} \quad (2.11)$$

бу ерда, Q - m^3/c , n - ай/мин, илдиз олдидаги коэффицент $0,06$ -тезкорлиги $n_s \leq 120$ ғилдирак учун, $0,07-0,08$ - $n_s > 120$ бўлган ғилдирак учун қабул қилинади.

D_0 - ғилдирак кириш қисми диаметри [21] :

$$D_0 = \sqrt{D_{0,кел}^2 - d_s^2} \quad (2.12)$$

$$D_{0,кел} = K^3 \sqrt{\frac{Q}{n}} \quad (2.13)$$

$$D_1 = 0,9 D_0 \quad (2.14)$$

бу ерда, Q - $м^3/с$, n - $ай/мин$, $D_{0,кел}$ - $м$, $K=4,6$ тажриба коэффициенти.

Ғилдирак ғилофи диаметри тахминий ҳисоблар учун:

$$d_s = 1,25 d_6 \quad (2.15)$$

Валнинг диаметри d_6 (см):

$$d_6 = 14^3 \sqrt{\frac{N}{n}} \quad (2.16)$$

Насоснинг валидаги қувват:

$$N = \frac{\gamma Q H}{75 \eta_n}; \quad (от. кучи) \quad (2.17)$$

H - насоснинг босими, $м$; η_n - насоснинг Ф.И.К.

Тезликлар учбурчакларидан (2.1-расм) α_2 , β_1 ва β_2 бурчаклар қуйидаги формулалардан аниқланади:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_2 &= \frac{V_{2m, \text{мюз}}}{V_2}; & \operatorname{tg} \beta_1 &= \frac{V_1'}{U_1} \\ \operatorname{tg} \beta_2 &= \frac{V_{2m, \text{мюз}}}{U_2 - V_{2u}'}; & V_{2m, \text{мюз}} &= \frac{V_{2m}}{\varphi_2} \end{aligned} \quad (2.18)$$

бу ерда, $\varphi_2=0,92$ -кураклардан чиқишдаги оқимнинг қисилиш коэффициенти;

V_{2m} - абсолют тезликни мердионал ташкил этувчиси.

Абсолют тезликнинг айланма ташкил этувчиси кураклар сони чекланган ишчи ғилдирак учун :

$$V_{2u}^l = 2U_2(1 - \rho); \quad (2.19)$$

ёки

$$V_{2u}^l = V_{2u}(1 + P_z); \quad (2.20)$$

Абсолют тезликнинг меридионал ташкил этувчисини тузатилган қиймати:

$$V_{2m, \text{мюз}} = \frac{Q}{\eta_{\text{хажс}} F_2} = \frac{Q}{\eta_{\text{хажс}} (\pi D_2 \epsilon_2 - \epsilon_2 Z S_2 / \sin \beta_{2k})} \quad (2.21)$$

$$V_{2m} = K_{V_{2m}} \sqrt{2gH_t} \quad (2.22)$$

$$K_{V_{2m}} = (0,01 - 0,02) \sqrt{n_s} \quad (2.23)$$

бу ерда , ϵ_2 - куракларнинг чиқиш қисмидаги эни;

S_2 - куракларнинг чиқишдаги қалинлиги;

n_s - тезкорлик коэффиценти, ($n_s \leq 300$ ай/мин бўлганда, илдиз олдидаги

ўзгармас сон 0,01-0,015 қабул қилинади).

Тезликлар параллелограммидан қуйидаги ифодаларни келтириш мумкин (2.1-расм):

$$V_{2u} = V_2 \cos \alpha_2 \quad (2.24)$$

$$V_{2m} = V_2 \sin \alpha_2 \quad (2.25)$$

$$W_2^2 = U_2^2 + V_2^2 - 2U_2 V_2 \cos \alpha_2 \quad (2.26)$$

$$U_2 = V_{2u} + W_2 \cos \beta_2 = V_{2u} + V_{2m} \operatorname{ctg} \beta_2 \quad (2.27)$$

Марказдан қочма насос ишчи ғилдирагининг назарий суюқлик ҳайдаши:

$$Q_t = \pi D_2 \epsilon_2 V_{2m} \quad (2.28)$$

Насоснинг ҳақиқий суюқлик ҳайдаши:

$$Q = \eta_{\text{хажс}} (\pi D_2 \epsilon_2 - \epsilon_2 Z S_2 / \sin \beta_{2k}) V_{2m} \quad (2.29)$$

ёки

$$Q = \eta_{\text{хажс}} Q_t = \eta_{\text{хажс}} (Q + q) \quad (2.30)$$

бу ерда q - насоснинг зичлаш қисмларидаги (тирқишларидаги) оқимча сарфи

Насоснинг босими

$$H = \eta_e H_t = \eta_e \chi H_t \quad (2.31)$$

бу ерда η_e - гидравлик Ф.И.К.

Насоснинг валидаги қувват

$$N = \frac{N - N_{\text{мех}}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{N_i}{\eta_{\text{мех}}}; \quad (2.32)$$

бу ерда, $\eta_{\text{мех}}$ -механик Ф.И.К.

$N_{\text{мех}}$ - механик қаршиликларга сарфланадиган қувват;

N_i - индикатор қувват; $N_i = 9,81 (Q + q) H_t$ (2.33)

Насоснинг тўла Ф.И.К.

$$\eta_n = \eta_e \eta_{\text{хаж}} \eta_{\text{мех}} = \frac{9,81 Q H}{N}; \quad (2.34)$$

Марказдан қочма насосда ҳосил бўлувчи ўқий кучларни ҳисоблаш учун қуйидаги тахминий формуладан фойдаланилади:

$$G_{\text{ук}} = \gamma \pi (R_o^2 - r_s^2) H \quad (2.35)$$

бу ерда, R_o - ғилдирак кириш қисми кесимининг радиуси;

r_s - ғилдирак ғилофининг радиуси.

Юқорида келтирилган назарий боғланиш муносабатлари асосан марказдан қочма насосларга тааллуқлидир.

Ўқий насосларнинг назарий босим тенгламаси марказдан қочма насослар билан бир хилда бўлади.

Ўқий насоснинг назарий сув ҳайдаш формуласи [6]:

$$Q_t = \pi (R^2 - r_s^2) V_{2m} \quad (2.36)$$

бу ерда, R - ишчи ғилдирак радиуси,

r_s - ишчи ғилдирак губчаги радиуси.

Катта ўлчамдаги янги насосни лойиҳалашда унинг кичик андозасини (моделини) ясаш, синов ўтказиш ва унинг натижаларини асл нусхадаги насосга кўчиришда қуйидаги куракли насосларнинг ўхшашлик қонунияти тенгламаларидан фойдаланилади:

$$\frac{Q_{ac}}{Q_{ан}} = \left(\frac{D_{ac}}{D_{ан}} \right)^3 \cdot \frac{n_{ac}}{n_{ан}}; \quad (2.37)$$

$$\frac{H_{ac}}{H_{ан}} = \left(\frac{D_{ac}}{D_{ан}} \right)^2 \cdot \left(\frac{n_{ac}}{n_{ан}} \right)^2; \quad (2.38)$$

$$\frac{N_{ac}}{N_{an}} = \left(\frac{D_{ac}}{D_{an}} \right)^5 \cdot \left(\frac{n_{ac}}{n_{an}} \right)^3; \quad (2.39)$$

бу ерда, Q_{ac} , H_{ac} , N_{ac} , D_{ac} , ва n_{ac} - асл нусха насоснинг сув ҳайдаши, босими,

қуввати, ишчи ғилдираги диаметри ва айланиш частотаси;

Q_{an} , H_{an} , N_{an} , D_{an} , n_{an} - андоза насоснинг сув ҳайдаши, босими, қуввати, ишчи ғилдираги диаметри ва айланиш частотаси;

Агар $i_d = \frac{D_{ac}}{D_{an}} = 1$ десак, яъни бир насоснинг ўзида айланиш частотаси

ўзгартирилса, у ҳолда динамик ўхшашлик формулалари келиб чиқади:

$$Q_2 = Q_1 i_n \quad (2.40)$$

$$H_2 = H_1 i_n^2 \quad (2.41)$$

$$N_2 = N_1 i_n^3 \quad (2.42)$$

яъни

$$i_n = \frac{n_2}{n_1} \quad (2.43)$$

Насосларнинг конструктив таснифланиши тезкорлик коэффициенти n_s бўйича белгиланади:

$$n_s = \frac{3,65n\sqrt{Q/i_s}}{(H/i_p)^{3/4}}; \quad (2.44)$$

Ушбу формулани бир поғонали ($i_p = 1$) ва ишчи ғилдирагига бир томондан суюқлик кирадиган ($i_s = 1$) насослар учун қуйидагича ёзиш мумкин:

$$n_s = \frac{3,65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad (2.45)$$

демак, i_s - ишчи ғилдиракка суюқликни кириш томонлари сони;

i_p - поғоналар (ғилдираклар) сони.

Тезкорлик коэффициенти насоснинг учта (Q , H , n), асосий кўрсаткичларини боғловчи катталик бўлиб, унинг қиймати ортиши билан насоснинг ўлчамлари ва оғирлиги нисбатан камаяди, лекин паст босим ҳосил қилиб, сув узатиш кўпроқ бўлади. Ҳар қандай ўхшаш насосларнинг тезкорлик

коэффициенты бир хил қийматга тенг, лекин ҳамма ҳолларда ҳам n_s қиймати тенг насослар ўхшаш бўлавермайди.

2.2. Кавитация ходисаси ва насосларнинг жоиз сўриш баландлиги

Насоснинг элементларидаги оқимнинг бирор нуқтасидаги босим миқдори суюқликнинг тўйинган буғлари (эластиклик) босими даражасигача пасайиб кетишини натижасида пуфакчалар ҳосил бўлиши жараёнига кавитация ходисаси дейилади. Босим юқори зоналарга ўтганда бу пуфакчалар ёрилиши оқибатида насоснинг деталларини емиради, ҳамда унинг иш кўрсаткичларини (Q , H , η) пасайишига сабаб бўлади [22,23,24,25].

Насосларда кавитацияни ҳосил бўлишига йўл қўймайдиган жоиз вакуумметрик $H_{\text{вак}}^{\text{жс}}$ ва геодезик $h_s^{\text{жс}}$ сўриш баландликлари қуйидаги формулалар билан топилади [25,26]:

$$H_{\text{вак}}^{\text{жс}} = H_0 - h_{\text{бўғ}} - \Delta h_{\text{жс}} + \frac{V_s^2}{2g}; \quad (2.46)$$

$$h_s^{\text{жс}} = H_{\text{вак}}^{\text{жс}} - \sum h_{ws} - \frac{V_s^2}{2g}; \quad (2.47)$$

бу ерда, H_a - атмосфера босими, (м);

$h_{\text{бўғ}}$ - тўйинган сув буғлари босими; м, (2.2-жадвал).

$\Delta h_{\text{жс}}$ - жоиз кавитация захираси, м;

$\sum h_{ws}$ - сўриш тармоғининг гидравлик қаршиликлари йиғиндиси, м;

V_s - насоснинг сўргичидаги оқимнинг тезлиги, м/с;

2.2-жадвал.

t °C	5°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	80°	100°
$h_{\text{бўғ}}, \text{м}$	0,09	0,12	0,24	0,43	0,75	1,25	2,02	4,88	10,33

Жоиз келтирилган сўриш баландлиги

$$H_{s, \text{кел}}^{\text{жс}} = H_a - h_{\text{бўғ}} - \Delta h_{\text{жс}} \quad (2.48)$$

Насосларнинг завод томонидан бериладиган характеристикаларида $\Delta h_{\text{жс}}$ ёки $H_{\text{вак}}^{\text{жс}}$ қийматлари берилади.

Баъзи ҳолларда кавитация захираси қуйидаги формула билан топилиши ҳам мумкин [20,25]:

$$\Delta h_{\text{жс}} = \varphi \sigma H \quad (2.49)$$

бу ерда, $\varphi = 1,2-1,4$ -захира коэффициент;

σ -кавитация коэффициент;

Кавитация коэффициент σ аниқлаш учун С.С.Руднев формуласидан фойдаланиш мумкин.

$$\sigma = \frac{n_s^{4/3}}{A}; \quad (2.50)$$

бу ерда, A - насоснинг конструкциясига боғлиқ коэффициент яъни $n_s = 110$ бўлганда, $A = 4700$, $n_s = 180$ бўлганда $A = 6300$ қабул қилинади.

Кавитация захираси миқдорини аниқлаш учун С.С.Руднев қуйидаги формулани тавсия этган:

$$\Delta h = 10 \left(\frac{n \sqrt{Q}}{C} \right)^{4/3}; \quad (2.51)$$

бу ерда, C -насоснинг конструкциясига боғлиқ ўзгармас сон (секинюрар ғилдирак учун $C = 600-800$, оддий ғилдирак учун $C = 800-1000$, тезкор ғилдирак учун $C = 1000-1500$ қабул қилинади).

2.3. Поршенли насосларнинг назарий ҳисоблаш муносабатлари

Бир томонлама ва дифференциал ишлайдиган поршенли насосларнинг назарий суюқлик ҳайдаши қуйидаги формула билан ҳисобланади [6,27]:

$$Q_t = \frac{F_n S \cdot n}{60}; \quad (2.52)$$

бу ерда, F_n - поршеннинг кесим юзаси;

S - поршеннинг йўли, $S = 2 r$;

r - кривошипнинг радиуси;

n - кривошипнинг бир минутдаги айланиш частотаси (ёки поршеннинг бир минутдаги иккиланган ҳаракатлари сони).

Икки томонлама ишлайдиган поршенли насоснинг назарий суюқлик ҳайдаши

$$Q_t = \frac{(2F_n - f) \cdot n}{60}; \quad (2.53)$$

f -дастанинг (штокнинг) кесим юзаси;

Бир томонлама ишлайдиган кўп поршенли насоснинг назарий суюқлик ҳайдаши қуйидагича ифодаланади.

$$Q_t = i \frac{2F_n \cdot S \cdot n}{60}; \quad (2.54)$$

бу ерда, i - поршенлар (цилиндрлар) сони.

Насоснинг ҳақиқий суюқлик ҳайдаши назарий суюқлик ҳайдашига нисбатан ҳажмий Ф.И.К. $\eta_{хаж}$ - га фарқ қилади:

$$Q = \eta_{хаж} Q_t \quad (2.55)$$

$$\eta_{хаж} = 0,85 \div 0,99$$

Поршенли насосларнинг тўла Ф.И.К. марказдан қочма насосларга ўхшаш ҳолда аниқланиб қуйидагича ифодаланади:

$$\eta = \eta_e \eta_{хат} \eta_{мех} = \frac{Q}{Q_t} \frac{H}{10P_i} \frac{N_i}{N} = \frac{\gamma Q H}{102N}; \quad (2.56)$$

Насоснинг ўртача индикатор босими:

$$P_i = \frac{h_i}{m}; \quad h_i = \frac{\omega_{diag p}}{S} \quad (2.57)$$

бу ерда, $\omega_{diag p}$ - индикатор диаграмма майдони,

S - поршенни йўли;

m - босимнинг диаграммадаги масштаби.

Поршенли насослар босими билан суюқлик ҳайдаши ўзаро боғланиш муносабатига эга эмас.

Поршенли насос сўриш ҳаво қалпоғининг тўла ҳажми (унинг 1/3 қисмига сийраклашган ҳаво киритилади);

$$V_s = (15 \div 30) F_n S \quad (2.58)$$

Босимли ҳаво қалпоғи тўла ҳажми насоснинг турига боғлиқ;

- бир поршенли бир томонлама ишлайдиган насос учун:

$$V_0 = 33 F_n S \quad (2.59)$$

- бир поршенли икки томонлама ишлайдиган насос учун:

$$V_0 = 13,5 F_n S \quad (2.59)$$

- уч поршенли икки томонлама ишлайдиган насос учун:

$$V_0 = 0,75 F_n S \quad (2.60)$$

Босимли қалпоқнинг $2/3$ қисми қисилган ҳаво билан тўлдирилади.

2. Масалалар

2.1. Ишчи ғилдираги диаметри $D_2 = 0,5$ м, чиқишдаги кураклари эни $b_2 = 0,03$ м, айланиш частотаси $n = 1450$ ай/мин ва оқимнинг кириш бурчаги $\alpha_1 = 90^\circ$ бўлган марказдан қочма насос куракларининг чиқиш бурчаги $\beta_2 = 45^\circ$, 90° ва 135° га тенг бўлган ҳоллар учун назарий босим характеристикасини тузинг.

Кўрсатма: юқоридаги (2.28) формуладан V_{2m} қийматини топиб, (2.27) формулага қўйилиб, чиққан ифодадан V_{2u} қийматини аниқланиб, (2.2) тенгламага қўйилади, ва Q_t га сон қийматлари берилиб, $H_{t\infty}$ қийматлари аниқланади, ҳамда $H_{t\infty} = f(Q_t)$ характеристика тузилади.

2.2. Ишчи ғилдирагининг ташқи диаметри $D_2 = 300$ мм айланиш частотаси $n = 1450$ ай/мин, гидравлик Ф.И.К. $\eta_e = 0,92$, кураклар сони чекланганлигини ҳисобга олиш коэффиценти $\chi = 0,84$, оқимнинг куракларга кириш ва чиқиш бурчаклари $\alpha_1 = 90^\circ$, $\alpha_2 = 15^\circ$ ва чиқишдаги абсолют тезлик $V_2 = 20$ м/с бўлган, марказдан қочма насоснинг ҳақиқий босимини аниқланг ва ишчи ғилдиракнинг кириш ва чиқиш нуқталаридаги тезликлар диаграммасини тузинг.

2.3. Ишчи ғилдиракка киришда $D_1 = 150$ мм, $V_1 = 4$ м/с, $\alpha_1 = 75^\circ$ ва чиқишда $D_2 = 350$ мм, $V_2 = 24$ м/с, $\alpha_2 = 12^\circ$ тенг бўлган марказдан қочма насос айланиш частотаси $n = 1450$ ай/мин, бўлганда канча назарий босим ҳосил қилади.

2.4. Босими $H = 41$ м, сув ҳайдаши $Q = 0,026$ м³/с айланиш частотаси $n = 1450$ ай/мин тенг марказдан қочма «К» турдаги насос ишчи ғилдирагидан

чиқишдаги кинематик параметрлари ва тезликлар учбурчагининг элементларини аниқланг (насоснинг Ф.И.К. $\eta_n=0,7$).

Жавоб: $U_2=28,3 \text{ м/с}$, $W_2=8,9 \text{ м/с}$, $V_2=19,8 \text{ м/с}$;

$V_{2u}=19,75 \text{ м/с}$, $V_{2m}=2,16 \text{ м/с}$, $V_{2u}'=15,8 \text{ м/с}$;

$\beta_{2\kappa}=15^\circ 20'$, $\alpha_2'=6^\circ 30'$, $\beta_2'=10^\circ 35'$

2.5. **Намунавий масала.** Босими $H=75 \text{ м}$, сув ҳайдаши $Q=0,120 \text{ м}^3/\text{с}$, Ф.И.К. $\eta_n=0,7$, айланиш частотаси $n=1450 \text{ айл/мин}$, оқимнинг куракларга кириши зарбасиз бўлган марказдан қочма «D» турдаги насос ишчи ғилдирагининг асосий ўлчамларини аниқланг.

Эслатма : Атмосфера босими $P_{am}=10 \text{ м.сув. уст.}$, чиқариладиган сувнинг ҳарорати $t=35^\circ \text{C}$ тенг.

Ечиш :

1). Насоснинг тезкорлик коэффиценти ва келтирилган сўриш баландлигини топамиз:

$$n_s = \frac{3,65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} = \frac{3,65 \cdot 1450 \sqrt{0,06}}{75^{3/4}} = 51$$

$$\sigma = \frac{n_s^{4/3}}{A} = \frac{51^{4/3}}{4630} = 0,041$$

$$H_{s,\kappa} = H_a - h_{\text{быв}} - \sigma H = 10 - 0,59 - 0,041 \cdot 75 = 7,44 \text{ м}$$

2) Ишчи ғилдиракдан чиқишдаги айланма тезлик қуйидаги формула билан аниқланади:

$$U_2 = K_{u2} \sqrt{2gH/\eta_c}$$

Тажрибаларга асосан $\eta_c=0,9$, $\rho=0,70$ қабул қиламиз, чунки $n_s=51 < 100$

$$K_{u2} = \frac{1}{2\sqrt{1-\rho}} = \frac{1}{2\sqrt{1-0,70}} = 0,914$$

$$U_2 = K_{u2} \sqrt{2gH/\eta_c} = 0,914 \sqrt{19,62(75/0,9)} = 37 \text{ м/с}$$

3) Ишчи ғилдиракнинг чиқишдаги диаметрини ва абсолют тезликнинг меридионал ташкил этувчисини аниқлаймиз:

$$D_2 = \frac{60U_2}{\pi n} = \frac{60 \cdot 37}{3,14 \cdot 1450} = 0,488 \text{ м};$$

$$V_{2m} = K_{V_{2m}} \sqrt{2gH_t}$$

Тезкорлик коэффициенти асосан

$$K_{V_{2m}} = 0,011 \cdot \sqrt{n_s} = 0,011 \sqrt{51} = 0,0785;$$

$$V_{2m} = 0,0785 \cdot 40,5 = 3,18 \text{ м/с};$$

Оқимнинг қисилиш коэффициенти $\varphi_2 = 0,90$ қабул қилинса, у ҳолда

$$V_{2m.мюз} = \frac{V_{2m}}{\varphi_2} = \frac{3,18}{0,90} = 3,46 \text{ м/с};$$

4) Ғилдиракдан чиқишдаги тезликлар кўпбурчагининг элементларини топамиз:

$$V'_{2u} = 2' U_2 (1 - \rho) = 2 \cdot 37 \cdot (1 - 0,7) = 22,2 \text{ м/с}$$

$$\operatorname{tg} \beta'_2 = \frac{V'_{2m.мюз}}{U_2 - V'_{2u}} = \frac{3,46}{37 - 22,2} = 0,234; \quad \beta'_2 = 13^\circ 70'$$

Юқоридаги 2.1-жадвалдан тезкорлик коэффициенти $n_s = 51$ бўйича $\chi = 0,8$ қабул қиламиз:

$$V_{2u} = \frac{V'_{2u}}{\chi} = \frac{22,2}{0,8} = 27,4 \text{ м/с}$$

$$\operatorname{tg} \beta'_2 = \frac{3,46}{37 - 27,4} = 0,36; \quad \beta'_2 = 19^\circ 50'$$

$$\operatorname{tg} \alpha'_2 = \frac{V'_{2m.мюз}}{V_{2u}} = \frac{3,46}{27,4} = 0,124; \quad \alpha'_2 = 7^\circ 10'$$

$$W_2 = \sqrt{V_{2m.мюз}^2 + (U_2 - V_{2u})^2} = \sqrt{3,46^2 + (37 - 27,4)^2} = 10,4 \text{ м/с}$$

$$V_2 = \sqrt{V_{2m.мюз}^2 + V_{2u}^2} = \sqrt{3,46^2 + 27,4^2} = 27,80 \text{ м/с}$$

5) Ишчи ғилдирак кириш қисми диаметрини D_0 топамиз:

$$D_{0.кел} = K \cdot \sqrt[3]{\frac{Q/2}{n}} = 4,6 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,06}{1450}} = 0,159 \text{ м}$$

Насоснинг валидаги от кучи ҳисобидаги қуввати

$$N = \frac{\gamma Q H}{75 \eta_n} = \frac{1000 \cdot 75 \cdot 0,120}{75 \cdot 0,7} = 171,5 \text{ от кучи}$$

Валнинг ва ишчи ғилдирак ғилофининг диаметрлари:

$$d_g = 14 \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{n}} = 14 \cdot \sqrt[3]{\frac{171,5}{1450}} = 6,86 \text{ см} = 69 \text{ мм};$$

$$d_s = 1,25d_g = 1,25 \cdot 69 = 86,25 \text{ мм};$$

$$d_s = 90 \text{ мм қабул қиламиз.}$$

$$\text{У ҳолда, } D_0 = \sqrt{D_{0,кел}^2 + d_s^2} = \sqrt{0,159^2 + 0,09^2} = 0,83 \text{ м};$$

Кириш қисмидаги оқимнинг тезликларини топамиз:

$$V_0 = \frac{4Q/i_s}{\eta_{хажс} \pi (D_0^2 - d_s^2)} = \frac{4 \cdot 0,06}{0,97 \cdot 3,14 (0,185^2 - 0,09^2)} = 3,09 \text{ м/с};$$

бу ерда $\eta_{хажс} = 0,97$ тажрибаларга асосан қабул қилинди. Юқоридаги V_0 тезликни қуйидаги формула билан текширамыз.

$$V_0 = 0,06 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q}{2} n^2} = 0,06 \cdot \sqrt[3]{0,06 \cdot 1450^2} = 3,02 \text{ м/с}$$

Демак, юқоридаги ҳисоблар қониқарли деб айтиш мумкин. Тезкорлик коэффициенти n_s ни D_2/D_0 нисбат қиймати бўйича дарсликда [9] келтирилган график орқали текшириб кўрамыз:

$$\frac{D_2}{D_0} = \frac{488}{183} = 2,65; \text{ графикдан } n_s = 51 \text{ қабул қиламиз.}$$

Текшириш ҳам қониқарли натижага эга. Куракларга кириш қисми доираси диаметри :

$$D_1 = 0,9 D_0 = 0,9 \cdot 183 = 165 \text{ мм бўлса, абсолют тезлик:}$$

$$V_1 = \frac{V_0}{\varphi_1} = \frac{3,02}{0,91} = 3,32 \text{ м/с}$$

бу ерда $\varphi_1 = 0,91$ - киришдаги оқимнинг қисилиш коэффициенти.

Куракларга оқим зарбасиз кириши учун $\alpha_1 = 90^\circ$ қабул қиламиз.

Киришдаги айланма ва нисбий тезликларни топамиз:

$$U_1 = \frac{\pi D_1 \cdot n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,165 \cdot 1450}{60} = 12,5 \text{ м/с}$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{V_1}{U_1} = \frac{3,32}{12,5} = 0,266; \quad \beta_1 = 15^\circ;$$

$$W_1 = \sqrt{V_1^2 + U_1^2} = \sqrt{3,32^2 + 12,5^2} = 13 \text{ м/с};$$

3) Ишчи ғилдиракнинг қолган конструктив ўлчамларини топамиз.

Чиқишдаги ва киришдаги куракларнинг эни

$$e_2 = \frac{Q}{\eta_{\text{хаж}} \pi D^2 V_{2\text{м.м.уз}}} = \frac{0,120}{0,97 \cdot 3,14 \cdot 0,488 \cdot 3,46} = 23,3 \text{ мм.}$$

$$e_1 = \frac{Q/2}{\eta_{\text{хаж}} \pi D_1 V_1} = \frac{0,06}{0,97 \cdot 3,14 \cdot 0,165 \cdot 3,32} = 0,358 \text{ м} = 35,8 \text{ мм.}$$

Кураклар сонини икки усулда аниқлаймиз:

$$Z = 6,5 \frac{R_2 + R_1}{R_2 - R_1} \sin \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} = 6,5 \cdot \frac{24,4 + 8,25}{24,4 - 8,25} \sin \frac{15^\circ + 19^\circ 50'}{2} = 6,5 \cdot 2,02 \cdot 0,3 = 4 \text{ дона};$$

Кураклар сонини (2.5) формула ёрдамида аниқлаймиз:

$$Z = \frac{1,2(1 + \sin \beta_2)}{P_z [1 - (D_1 / D_2)^2]}; \quad P_z = \frac{1 - \chi}{\chi} = \frac{1 - 0,8}{0,8} = 0,25$$

$$Z = \frac{1,2(1 + \sin 19^\circ 50')}{0,25 [1 - (165/488)^2]} = \frac{1,2(1 + 0,34)}{0,25 [1 - 0,114]} = \frac{1,63}{0,222} = 7 \text{ дона}$$

Кураклар сонини ўртача қиймати бўйича жуфт яъни $Z=6$ дона қабул қиламиз.

Оқимнинг қисилиш коэффициентлари φ_2 ва φ_1 қийматларини куракларнинг қалинликлари $S_2=4,5 \text{ мм}$ ва $S_1=2,2 \text{ мм}$ қабул қилиб текшириб кўрамиз.

$$\sigma_2 = \frac{S_2}{\sin \beta_2} = \frac{4,5}{\sin 19^\circ 50'} = \frac{4,5}{0,34} = 13,2$$

$$t_2 = \frac{\pi D_2}{6} = \frac{3,14 \cdot 488}{6} = 255 \text{ мм}$$

$$\varphi_2 = \frac{255 - 13,2}{255} = 0,94$$

$$\sigma_1 = \frac{S_1}{\sin \beta_1} = \frac{2,2}{\sin 15^\circ} = \frac{2,2}{0,259} = 8,3 \text{ мм}$$

$$t_1 = \frac{\pi D_1}{6} = \frac{3,14 \cdot 165}{6} = 86 \text{ мм}$$

$$\varphi_{21} = \frac{86 - 8,3}{86} = 0,9$$

Демак, ҳисоблардаги $\varphi_2=0,92$ ва $\varphi_1=0,91$ қабул қилиниб топилган ўлчамлар бизни қаноатлантиради.

Насос ҳосил қиладиган босим

$$H = \eta \chi H_{\text{то}} = 0,9 \cdot 0,8 \frac{U_2 V_{2u}}{g} = 0,70 \frac{37 \cdot 27,4}{9,81} = 74,4 \text{ м}$$

Шундай қилиб, ҳисоблар қониқарли натижалар берганлиги учун қайта ҳисоблашлар талаб этилмайди. Юқоридаги ҳисоблар бўйича ишчи ғилдирак тайёрланиб, синаб кўрилади.

2.6. Назарий босими $H=90$ м, суюқлик ҳайдаш $Q=0,3$ м³/с, айланиш частотаси $n=1450$ ай/мин бўлган «D» турдаги марказдан қочма насос ишчи ғилдирагининг чиқишдаги диаметри ва кураклари энини топинг.

2.7. Ишчи ғилдирагининг чиқишдаги диаметри $D_2=990$ мм, кураклари эни $b_2=250$ мм, айланиш частотаси $n=750$ ай/мин ва тезкорлик коэффициенти $n_s=80$ тенг бўлган марказдан қочма "D" турдаги насоснинг сув ҳайдаши ва босимини аниқланг.

2.8. Тезликлар учбурчагининг кўриниши ва оқимнинг абсолют йўналишини ўзгартирмай марказдан қочма насос сув ҳайдаши $Q=0,2$ м³/с ва айланиш частотаси $n=1000$ ай/мин ни қандай қилиб ўзгартириш мумкин [15].

2.9. Сув ҳайдаши $Q=0,25$ м³/с, босими $H=80$ м ва келтирилган сўриш баландлиги $H_{s,кел}=5$ м га бўлган, температураси $t=20$ °C сувни чиқаришга мўлжалланган марказдан қочма "D" турдаги насоснинг тезкорлик коэффициенти ва стандарт айланиш частотасини аниқланг.

Стандарт айланиш частотаси n учун тезкорлик коэффициенти ва келтирилган сўриш баландлиги $H_{s,кел}$ қийматларига аниқлик киритинг.

2.10. Агар насоснинг сув ҳайдаши Q ўзгармаса, айланиш частотаси n 1,5 баробар ортса, ишчи ғилдиракдан чиқишдаги тезликлар диаграммаси қандай ўзгаради [15]

2.11. Марказдан қочма "K" турдаги насос ишчи ғилдираги ўлчамлари $D_2=377$ мм, $D_1=150$ мм, $\beta_1=10^\circ$, $\beta_2=15^\circ$ 30` га тенг бўлса, унинг кураклари сонини аниқланг.

2.12. Ўлчамлари $D_2=420$ мм, $D_1=160$ мм, $D_0=178$ мм, $d_6=70$ мм, $d_s=90$ мм, $b_1=32$ мм, $b_2=28$ мм, $\beta_1=16^\circ$, $\beta_2=22^\circ$ ва кураклар сони $z=6$ дона бўлган "D" турдаги марказдан қочма насос ишчи ғилдирагининг тасвирини чизинг [17].

2.13. Босими $H=60$ м, вакуумметрик сўриш баландлиги $H_{\text{вак}}=3,5$ м, ишчи ғилдирагининг ўлчамлари $D_2=0,8$ м, $D_0=0,5$ м, $d_8=0,2$ м, $d_s=0,28$ м ва айланиш частотаси $n=375$ ай/мин бўлган "В" турдаги марказдан қочма насос ишчи ғилдирагидаги босимлар фарқидан ҳосил бўлувчи ўқий кучларнинг қийматини аниқланг.

2.14. Айланиш частотаси $n=1450$ ай/мин сув ҳайдаши $Q=300$ л/с, $H=68$ м босим ҳосил қиладиган 12 HDc белгидаги марказдан қочма насоснинг тезкорлик коэффицентини аниқланг.

2.15. Ишчи ғилдираги диаметри $D_2=935$ мм, куракларнинг чиқишдаги эни $b_2=13$ мм, ва айланиш частотаси $n=730$ ай/мин бўлган 32D -8 белгидаги марказдан қочма насоснинг босими ва сув ҳайдашини аниқланг [28].

2.16. Сув ҳайдаши $Q=45$ л/с, босими $H=90$ м ва келтирилган сўриш баландлиги $H_{s,кел}=6,5$ м бўлган, ҳарорати $t=20$ °C ли сувни чиқариб бераётган марказдан қочма насоснинг рухсат этиладиган айланиш частотасини аниқланг [29].

2.17. Марказдан қочма насосда синов ўтказилиб, валидаги қуввати $N=120$ кВт, механик қаршиликларга сарфланган қуввати $N_{\text{мех}}=7$ кВт, фойдали қуввати $N_{\phi}=80$ кВт, сув ҳайдаши $Q=204$ л/с, босими $H=35$ м, зичлаш қисмларидаги оқимчалари $q=8,2$ л/с, ички қисми гидравлик қаршилиги $h_{\text{нас}}=9,3$ м га тенгли аниқланган. Ушбу насос учун энергия мувозанатини тузинг ва Ф.И.К. ни топинг.

2.18. Икки томонлама ишлайдиган поршени диаметри $D=150$ мм, дастаси диаметри $d=30$ мм, йўли $S=200$ мм, бўлган поршенли насосни синов натижалари қуйидагича: босими $H=12$ м, сув ҳайдаши $Q=5,9$ л/с, поршенни иккиланган ҳаракатлари сони $n=62$ 1/мин, индикатор босими $P_i=1,48$ кгс/см², двигателга узатилаётган қувват $N_{\text{дв}}=3$ кВт, двигателнинг Ф.И.К. $\eta_{\text{дв}}=0,8$ и узатманинг Ф.И.К. $\eta_{\text{ўз}}=0,95$. Насоснинг ҳажмий, гидравлик ва тўла Ф.И.К. топинг.

2.19. Цилиндрининг диаметри $D=250$ мм, поршен йўли $S=150$ мм, иккиланган ҳаракатлар сони $n=60$ 1/мин бўлган бир томонлама ишлайдиган уч ҳаракатли поршенли насоснинг назарий суюқлик ҳайдашини аниқланг.

2.20. Поршеннинг диаметри $D=150$ мм, дастаси диаметри $d=100$ мм, поршен йўли $S=220$ мм, бир минутдаги иккиланган ҳаракатлари сони $n=50$ 1/мин, ва ҳажмий Ф.И.К. $\eta_k=0,87$ тенг бўлган дифференциал ишлайдиган поршенли насоснинг унг ва чап томонга ҳаракатидаги назарий суюқлик ҳайдашини аниқланг.

2.21. Сув ҳайдаши $Q=15$ л/с, босими $H=320$ м, двигателнинг қуввати $N_0=120$ квт, иккиланган ҳаракатлари сони $n=75$ 1/мин, кривошип-шатун механизмининг Ф.И.К. $\eta_{yz}=0,88$, кривошипнинг радиуси $r=150$ мм, индикатор диаграммасининг майдони $\omega=990$ см², масштаби $m=1$ см/атм, механик Ф.И.К. $\eta_{мех}=0,63$ бўлган дифференциал ишловчи поршенли насос цилиндри диаметрини аниқланг [28].

Назорат саволлари

1. Ишчи ғилдираги куракларини сони чексиз ва чекланган марказдан қочма насос назарий босимини аниқлаш формуласини тушунтириб беринг?

2. Марказдан қочма насос ишчи ғилдирагига кириш ва чиқишдаги оқимнинг тезликлар диаграммасини тузинг.

3. Марказдан қочма ва ўқий насосларнинг ишчи ғилдираги назарий суюқлик ҳайдашини аниқлаш формулаларини ёзинг.

4. Куракли насосларнинг ҳажмий, гидравлик, механик ва тўла ф.и.к.ларини тушунтириб беринг.

5. Марказдан қочма насосда ҳосил бўлувчи ўқий кучларни ҳисоблаш формуласини ёзинг.

6. Куракли насосларни андозалашда қайси формулалардан фойдаланилади?

7. Қайси ҳолларда динамик ўхшашлик формулалари қўлланилади?

8. Насосларнинг тезкорлик коэффициентини аниқлаш формуласини тушунтириб беринг.

9. Кавитация ҳодисаси деб нимага айтилади?

10. Насосларнинг жоиз геодезик сўриш баландлиги қандай аниқланади?

11. Насоснинг жоиз геодезик сўриш баландлиги жойнинг денгиз сатҳидан баландлигига, суюқликнинг турига ва унинг ҳароратига боғлиқ равишда ўзгарадими?

3-боб. КУРАКЛИ НАСОСЛАРНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

3.1. Характистикаларнинг турлари ва ишчи нуқтани аниқлаш

Турли шароитларда насослардан мақсадга мувофиқ фойдаланиш учун уларнинг иш фаолияти тўғрисидаги маълумотлар яъни характистикалари берилади. Насоснинг характистикаси деб, айланиш частотаси $n = \text{const}$ ўзгармас бўлганда, $H = f_1(Q)$, $N = f_2(Q)$, $\eta = f_3(Q)$ ва $H^{\text{жс}}_{\text{вак}} = f_4(Q)$ боғланиш графикларига айтилади. Насосларнинг характистикалари хусусий, универсал ва ўлчамсиз шаклларда берилиши мумкин. Хусусий характистикаларнинг кўринишлари насоснинг тезкорлик коэффициенти n_s га боғлиқ бўлади (3.1.-расм) [6,14].

3.1 - расм. Куракли насосларнинг хусусий характистикалари шакллари:
а- $n_s = 50 \div 100$ бўлганда, б- $n_s = 200 \div 300$ бўлганда, в - $n_s = 500 \div 800$ бўлганда.

Насоснинг иш тартибини аниқлаш учун унинг характеристикасидаги Q-Н координаталар системасида трубопроводнинг гидродинамик эгри чизиғи қуйидаги формула билан қурилади:

$$H_{mp} = H_z + \sum h_w ; \quad (1.3)$$

$$\text{ёки } H_{mp} = H_z + R_T Q^2 ; \quad (3.1)$$

$$\text{бу ерда, } R_T = \left(\sum \xi_i + \sum \lambda_i \frac{l_i}{d_i} \right) \cdot \frac{16}{2g\pi^2 d_i^4} ; \quad (3.2)$$

R_T - муайян трубопровод системаси учун ўзгармас қиймат бўлиб, унинг ўлчамларига ва қаршилиқ коэффициентларига боғлиқдир.

Эслатма: йўналиши узун бўлган трубопроводлар учун босимнинг маҳаллий исрофлари миқдори узунлик бўйича босим исрофларининг 10 - 15 % миқдорида қабул қилиш рухсат этилди, яъни

$$R_T = 1,1 \sum \lambda_i \frac{l_i}{d_i^5} \cdot \frac{16}{2g\pi^2} \quad (3.3)$$

Юқоридаги (3.2) формула таркибидаги қийматларнинг мохияти 1-бобда келтирилган.

3.2-расм. Марказдан қочма насос иш тартибини ростлаш

а) миқдор жиҳатдан ростлаш; б) сифат жиҳатдан ростлаш

Насоснинг босим характеристикаси $H=f(Q)$ эгри чизиғи билан трубопроводнинг $H_{TP}=H_c+R_lQ^2$ гидродинамик эгри чизиғи кесишган A нукта ишчи нуктаси дейилади (3.2, а-расм). Демак берилган насос $n=const$ ўзгармас айланиш частотасида муайян трубопроводга ишлаганда H_A босимга ва η_A -Ф.И.К.га эга бўлиб, Q_A миқдордаги суюқликни H_c баландликка чиқара олиш қобилиятига эгадир. Ишчи нукта A насоснинг ишлатилиш чегарасидан яъни $\eta=0,9 \eta_{max}$ чегарадан ташқарига чикиб кетмаслиги зарур [13].

3.2. Насос қурилмасининг иш кўрсаткичларини рoстлаш

Насос қурилмасининг иш кўрсаткичларини ўзгартиришда миқдор ва сифат жиҳатидан рoстлаш усулларидан фойдаланилади.

Миқдор жиҳатидан рoстлашни: а) босимли трубопроводдаги сурма қулфак ҳолатини ўзгартириб, б) оқимни қисман босимли томондан сўриш қисмига ўтказиб, в) марказдан қочма насосларда ишчи ғилдирак ташқи диаметрини йўниб ва г) ўқий насосларда куракларининг бурилиш бурчагини ўзгартириб амалга ошириш мумкин [9,30].

Масалан, айланиш частотаси $n=const$ бўлганда, босимли трубопроводдаги сурма қулфакни қисман беркитилиб насосни сув ҳайдашини $Q_c < Q_A$ миқдорга ўзгартириш мумкин.

Бу ҳолатда унинг Ф.И.К. камаяди яъни:

$$\eta_{фой} = \frac{N_{\phi}}{N} = \frac{H_c}{H_c + h_{кул}} \eta_c ; \quad (3.4)$$

бу ерда, H_c, η_c - насоснинг Q_c сув ҳайдашига тўғри келувчи босими ва Ф.И.К. (3.2 а-расм),

$h_{кул}$ - сурма қулфакнинг гидравлик қаршилиги ҳисобига босим исрофи.

Насос қурилмасининг сув ҳайдашини сифат жиҳатидан рoстлаш унинг айланиш частотасини ўзгартириб амалга оширилади. Зарурий Q_c миқдордаги суюқлик ҳайдашни таъминлайдиган n_x айланиш частотасини топиш учун динамик ўхшашлик қонуниятидан фойдаланиб, $Q = a\sqrt{H}$ (3.5) пропорционаллик эгри чизиғи чизилади (3.2, б-расм).

бу ерда, $a = \frac{Q_c}{\sqrt{H_c}}$ - пропорционаллик коэффиценти.

Пропорционаллик эгри чизиғи $Q = a\sqrt{H}$ билан насоснинг босим характеристикаси $H=f(Q)$ кесишган E нуктанинг координаталари H_E ва Q_E орқали янги айланиш частотаси n_x қуйидагича топилади:

$$n_x = n \frac{Q_c}{Q_E} = n \sqrt{\frac{H_c}{H_E}} \quad (3.6)$$

бу ерда, n - насоснинг дастлабки айланиш частотаси.

Янги n_x айланиш частотаси учун насоснинг характеристикасини қайта ҳисоблаш учун (2.40), (2.41), (2.42), (2.43) формулалардан фойдаланилади. Бу усул билан насоснинг сув ҳайдашини орттириш ёки камайтириш ҳам мумкин бўлиб, иқтисодий жиҳатдан анча самаралидир. Чунки насоснинг Ф.И.К. ўзгармайди.

Бундан ташқари андоза (модел) насосни характеристикасидан янги асл нусхадаги насос характеристикасини қайта ҳисоблаб қуриш учун куракли насосларнинг ўхшашлик қонунияти (2.37), (2.38) ва (2.39) тенгламаларидан фойдаланилади [9].

3.3. Насосларнинг биргаликда ишлаши

Икки ва ундан ортиқ насослар битта трубопроводга параллел ёки кетма-кет уланиб, биргаликда ишлаши мумкин.

Параллел уланган иккита ҳар-хил насослар M нуктада (3.3-расм) бир хил босим ҳосил қилган ҳолда улар биргаликда ишлаш имконияти бўлади [6,26].

3.3-расм. Параллел ишлаётган иккита насоснинг иш тартибини аниқлаш

Демак параллел ишлаётган иккита насоснинг умумий H_{I+II} характеристикасини куриш учун бир хил босимдаги сув ҳайдашлари қийматлари қўшилади (3.3-расм), яъни $H_I = H_{II} = H$ ва $Q_I + Q_{II} = Q_{ум}$.

Умумий босим характеристика H_{I+II} билан трубопроводнинг $H_{TP} = H_c + R_T Q^2$ гидродинамик эгри чизиги кесишган ишчи нукта A параллел ишлаётган насосларнинг иш тартиби белгилайди. Демак биргаликда ишлаётган насослар умумий $Q_A = Q_{A1} + Q_{A2}$ миқдорда сув ҳайдайди. Агарда бу насослар ана шундай трубопроводга алоҳида-алоҳида ишлаганда ҳар бири Q_{B1} ва Q_{B2} миқдорда сув ҳайдаш имкониятига эга бўлар эди.

Демак насослар параллел ишлаганда $\Delta Q = (Q_{B1} + Q_{B2}) - Q_A$ миқдорда «камчил» сув ҳайдаши содир бўлади. Бу ΔQ қиймат насосларни алоҳида ёки параллел ишлатиш вариантларини техник-иқтисодий таққослашда асосий кўрсаткич бўлиб ҳисобланади.

Параллел ишлаётган насосларнинг умумий Ф.И.К. қуйидагича топилади:

$$\eta_{I+II} = \frac{(Q_{A_1} + Q_{A_2}) \eta_{A_1} \eta_{A_2}}{Q_{A_1} \eta_{A_2} + Q_{A_2} \eta_{A_1}}; \quad (3.7)$$

Кетма-кет ишлаётган иккита ҳар-хил насосларнинг умумий характеристикасини куриш учун бир хил сув ҳайдашлари қийматлари учун босимларининг қийматлари қўшилади (3.4-расм), яъни $Q_I = Q_{II} = Q$; ва $H_I + H_{II} = H_{ум}$.

3.4-расм. Кетма-кет ишлаётган насосларнинг иш тартибини аниқлаш

Умумий характеристика $H_{I+II} - Q$ билан трубопроводнинг $H_{TP}=H_c+R_tQ^2$ эгри чизиғи кесишган A ишчи нукта кетма-кет ишлаётган насосларнинг иш тартибини белгилайди.

3. Масалалар

3.1. Диаметри $d=750$ мм, узунлиги $L=1400$ м, геодезик кўтариш баландлиги $H_c=22$ м бўлган пўлат трубопроводнинг битта, икки ва учта бир хил турдаги насослар сув ҳайдаб берадиган даврлари учун гидродинамик эгри чизиқларини чизинг. Битта насоснинг сув ҳайдаши $Q=580$ л/с тенг. Маҳаллий қаршиликларга босим исрофи узунлик бўйича қаршиликлар босим исрофининг 10 фоизини ташкил этади.

3.2. Босимли трубопроводнинг узунлиги $l_b=600$ м, сўриш трубопроводнинг узунлиги $l_c=8$ м, уларнинг диаметри $d=200$ мм, абсолют ғадир - будирлиги $\Delta=0,5$ мм бўлган, сўриш қопқоғи ($\xi=5,2$), сурма қулфак ($\xi=0,12$), тескари қопқоқ ($\xi=4,5$) ва олтига $\alpha=90^\circ$ ва диаметрининг бурилиш радиусга нисбати $d/R=0,4$ ($\zeta=0,21$) бурилишга эга бўлган насос қурилмаси учун трубопроводнинг гидродинамик эгри чизиғини қуринг. Геодезик сўриш баландлиги $h_s=5$ м, ҳайдаш баландлиги $h_x=80$ м. га тенг [28].

Эслатма: трубопроводнинг гидродинамик эгри чизиғини қуришда сув ҳайдаши Q га 0 дан 0,1 м³/с гача қийматлар берилади.

3.3. Ишчи ғилдираги диаметри $D_2=0,5$ м, айланиш частотаси $n=1450$ ай/мин, босим ва Ф.И.К. характеристикалари 3.1-жадвалда келтирилган марказдан қочма насос учун қуйидагиларни топиш талаб этилади:

1. Характеристикаси 3.2.-масалада келтирилган трубопроводга ишлаганда насоснинг иш тартиби ва талаб этиладиган қувватини аниқланг;

2. Айланиш частотасини $n_x=1800$ ай/мин га ўзгартирилганда насоснинг иш тартиби ва талаб этиладиган қуввати аниқланг.

3. Ишчи ғилдираги диаметри $D_{2x}=0,6$ м ва айланиш частотаси $n_x=1000$ ай/мин бўлган, кўрилаяётган насосга ўхшаш бўлган насоснинг характеристикасини қуринг.

3.1-жадвал

сув ҳайдаши	Q	м ³ /с	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1
босими	H	м	155	151	144	131	107	72
Ф.И.К.	η	%	0	32	59	71	74	65

3.4. Марказдан қочма насоснинг айланиш частотаси $n=1450$ ай/мин бўлганда, унинг иш тартиби A нуқтага тўғри келса (3.5-расм), $Q_x=0,12$ м³/с миқдордаги сувни ҳайдаш учун қандай айланиш частотасида ишлаши зарурлигини аниқланг. Насос қурилмасининг геодезик кўтариш баландлиги $H_z=150$ м.

3.5. Ишчи ғилдираги диаметри $D_2=0,5$ м га тенг марказдан қочма насоснинг иш тартиби A нуқта билан белгиланса, унинг сув ҳайдашини $Q_x=0,12$ м³/с қийматга ростлаш учун ишчи ғилдираги диаметри канча бўлиши зарурлиги топинг (3.6-расм). Насос қурилмасининг геодезик кўтариш баландлиги $H_z=60$ м тенг.

Эслатма: тезкорлиги $n_s=120$, айланиш частотаси $n=const$.

3.6. Ишчи ғилдираги диаметри $D_2=0,4$ м ва айланиш частотаси $n=750$ ай/мин га тенг марказдан қочма насос геодезик кўтариш баландлиги $H_z=30$ м бўлган трубопроводга уланганда иш тартиби A нуқта орқали аниқланса (3.7-расм), худди шундай трубопроводга ишлайдиган қўрилаётган насосга геометрик ўхшаш бўлган ишчи ғилдираги диаметри $D_{2x}=0,3$ м ва айланиш частотаси $n_x=1450$ ай/мин тенг бўлган насоснинг иш тартибини аниқланг.

3.5-расм (3.4-масала учун)

3.6-расм (3.5. масала учун).

3.7-расм (3.6 масала учун)

3.7. Иккита бир хил бир-бирига яқин жойлашган параллел уланган насосларнинг характеристикаси 3.8-расмда келтирилган.

Агар геодезик қўтариш баландлиги $H_z=100$ м бўлган трубопроводга алоҳида ишлаганда ҳар бир насоснинг иш тартиби A нуқта билан белгиланса, биргаликда ишлаш даври учун умумий иш тартиби, ҳар бирининг иш тартиби ва уларнинг талаб этиладиган қувватини аниқланг.

3.8-расм (3.7-масала учун)

3.8. Икки бир-бирига яқин жойлашган ҳар хил турдаги I ва II насослар параллел уланган (3.9-расм).

Агар II насос геодезик кўтариш баландлиги $H_z=40$ м тенг бўлган трубопроводга сув ҳайдаганда иш тартиби A нуқта билан белгиланса, иккаласи бирга ишлаш даври учун умумий иш тартиби, ҳар бирининг иш тартиби ва уларнинг талаб этиладиган қувватини аниқланг.

3.9-расм (3.8-масала учун)

3.9. Иккита бир-биридан узоқ жойлашган ҳар-хил белгидаги марказдан қочма насослар параллел ишламоқда. Боғловчи ab трубопроводнинг геодезик кўтариш баландлиги $H_{z.ab}=45$ м ва ўзгармас коэффициенти $R_{т.ab}=1850$ (3.10-расм).

Иккала насос биргаликда геодезик кўтариш баландлиги $H_{z.bc}=20$ м ва $R_{т.bc}=695$ га тенг бўлган bc трубопроводга сув ҳайдаш давридаги умумий иш тартиби, ҳар бирининг иш тартиби ва уларнинг талаб этиладиган қувватини аниқланг.

3.10-Расм (3.9-масала учун)

3.10. Иккита бир-бирига яқин жойлашган ҳар хил турдаги насослар кетма-кет уланган (3.11-расм). Иккаласи биргаликда геодезик кўтариш баландлиги

$H_e=180$ м ва ўзгармас қиймати $R_T=950$ га тенг трубопроводга сув ҳайдаш давридаги умумий иш тартибини аниқланг.

3.11-расм (3.10-масала учун)

3.11. Иккита бир-биридан узоқда жойлашган марказдан қочма насослар кетма-кет уланган (3.12-расм). Боғловчи ab трубопроводнинг геодезик кўтариш баландлиги $H_{e.ab}=55$ м, ва ўзгармас коэффиценти $R_{T.ab}=1150$.

Насос қурилмаси геодезик кўтариш баландлиги $H_{e.cd}=62$ м ва ўзгармас коэффиценти $R_{T.cd}=750$ бўлган cd трубопроводга сув ҳайдаганда уларнинг иш тартиби қандай бўлишини аниқланг.

3.12-Расм (3.11-масала учун)

3.12. Диаметри $d_1=800$ мм ва узунлиги $L_1=1300$ м бўлган босимли трубопроводга уланган характеристикаси 3.2-жадвалда келтирилган айланиш частотаси $n=730$ ай/мин бўлган марказдан қочма 32Д-19 белгидаги насоснинг сув ҳайдашини орттириш учун диаметри $d_2=600$ мм ва узунлиги $L_2=1000$ м га тенг параллел трубопровод уланган.

$Q, \text{л/с}$	0	500	1000	1305	1500	1807
$H, \text{м}$	44	40	36	33	30,5	26
$\eta, \%$	0	4,3	69	78	81	60

Агар геодезик кўтариш баландлиги $H_z = 15 \text{ м}$ га тенг бўлса, насоснинг сув ҳайдаши канчага ортишини аниқланг [29].

Эслатма: 1. Сўриш трубопроводидаги босим исрофлари ва маҳаллий қарши-

ликларга сарф бўладиган босим исрофлари ҳисобга олинмайди.

3.13. Айланиш частотаси $n = 585 \text{ ай/мин}$ тенг, характеристикаси 3.13-расмда тас-вирланган $24НДн$ белгидаги насос геодезик кўтариш баландлиги $H_z = 11 \text{ м}$, диаметри $d = 1000 \text{ мм}$ ва узунлиги $L = 950 \text{ м}$ бўлган трубопроводга уланган. Насос қурилмаси иш тартибини сифат жиҳатидан ростлаш усули билан зарурий $Q_{зар} = 870 \text{ л/с}$ сув ҳайдашини таъминлайдиган янги n_x айланиш частотасини аниқланг.

Эслатма: Маҳаллий босим исрофларини миқдори узунлик бўйича босим исрофлари қийматидан 10% қабул қилинади.

3.13-расм (3.13-масала учун)

3.14. Юқоридаги 3.13-масала шарти асосида зарурий $Q_{зар} = 800 \text{ л/с}$ сув ҳайдашни таъминлаш учун насос қурилмасининг иш тартибини миқдор жиҳатидан ростлаш усули билан насоснинг Ф.И.К. аниқланг.

3.15. Айланиш частотаси $n = 960 \text{ ай/мин}$ бўлган $16НДн$ белгидаги насос $N = 150 \text{ кВт}$ қувват олиб, $H = 22 \text{ м}$ босимда $Q = 500 \text{ л/с}$ сув ҳайдамоқда.

Агар айланиш частотаси $n_1=730$ ай/мин бўлса, Q_1 , H_1 , ва N_1 қийматлари қандай бўлади.

3.16. Оқимчали насос A ҳажмий идишдаги босимли сувни олиб, B ҳажмий идишдан $H_1=4$ м баландликка сувни сўриб олади ва C ҳажмий идишдаги $H_2=2$ м баландликка чиқариб беради (3.14-расм). Босимли ишчи суюқлик чиқаётган найчанинг диаметри $d_1=20$ мм, аралаштириш бўлинмаси диаметри $d_2=40$ мм, чиқиш диффузорининг диаметри $d_3=100$ мм га тенг [17].

3.14-расм (3.16-масала учун)

Талаб этилади: 1. Насос B идишдан сувни сўраолмай қолиши учун A идишдаги минимал босим ва найчанинг сув сарфи қандай бўлишини аниқланг.

Эслатма: фақат цилиндрик аралаштириш бўлинмаси ва диффузордаги оқимнинг кенгашига сарфланадиган босим исрофлари ҳисобга олинади (диффузорнинг қаршилик коэффициенти $\xi_d=0.25$)

Кўрсатма : агар насоснинг найчасидаги босим миқдори H_1 босимга тенг бўлса, у сув сўраолмайди. Бу ҳолда найчанинг чиқиш қисми ва C идишдаги 1-1 кесим учун Бернулли тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = H_2 + \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} + \xi_d \frac{V_2^2 - V_3^2}{2g} + \frac{V_3^2}{2g}$$

Найчадан чиқишдаги ортиқча босим $P_1 = -\gamma H_1$ га тенг.

Жавоб : $h_{min}=8,1$ м, $Q_1=5,2$ л/с.

3.17. (**Намунавий масала**). Характеристикаси 3.15-расмда келтирилган, айланиш частотаси $n=1450 \text{ ай/мин}$ га тенг $14НДс$ белгили насос геодезик баландлиги $H_z=70 \text{ м}$, узунлиги $L=310 \text{ м}$, диаметри $d=450 \text{ мм}$ бўлган пўлат трубопровод орқали сув чиқариб бермоқда [9].

Талаб этилади: 1. Берилган насоснинг характеристикасини катталаштириб чизиб, трубопроводнинг $H_{mp}-Q$ гидродинамик эгри чизигини қуринг ва насоснинг ишчи нуқтасини топинг, ҳамда валдаги қувватини аниқланг;

2. Умумий трубопроводга параллел уланган иккита бир хил турдаги насосларнинг ишлаш шартларини аниқланг ва уларнинг «камчил» сув ҳайдашини топинг;

3. Миқдор ва сифат жиҳатидан ростлаш усуллари билан насоснинг $Q_{зар}=450 \text{ л/с}$ зарурий сув ҳайдашни таъминлашини ҳисоблаб беринг;

4. Зарурий $Q_{зар}=450 \text{ л/с}$ сув ҳайдашни таъминлайдиган янги n_x айланиш частотаси учун насоснинг $H_x=f(Q_x)$, $N_x=f(Q_x)$, ва $\eta_x=f(Q_x)$ боғланиш характеристикаларини кўринг.

Эслатма: маҳаллий гидравлик қаршиликлар узунлик бўйича гидравлик қаршиликлар қийматидан 10% миқдорда қабул қилинади.

ЕЧИШ: 1. *Трубопроводнинг гидродинамик эгри чизигини қуриш ва насоснинг ишчи нуқтасини аниқлаш*

Трубопроводнинг гидродинамик эгри чизиги $H_{mp}=f(Q)$ билан ифодаланади ва юқорида келтирилган (1.3) формула билан қурилади:

$$H = H_z + \sum h_w \quad (1.3)$$

Маҳаллий гидравлик қаршиликлар ҳисобига босим исрофини ҳисобга олиш учун трубопроводнинг узунлигини 10% орттирамиз яъни:

$$l_{кел}=1,1 \cdot l_{mp}=1,1 \cdot 310=341 \text{ м.}$$

У ҳолда умумий босим исрофи қуйидагича ифодаланди:

$$\sum h_w = \frac{l_{кел}}{K^2} \cdot Q^2$$

бу ерда, Q - насоснинг сув ҳайдаши, $м^3/с$;

K -трубопроводнинг сув сарфи коэффициенти

$$K = C\omega' \sqrt{R};$$

ω' -трубопроводнинг кесим юзаси, $м^2$;

C - Шези коэффициенти;

$$C = \frac{1}{n_{\Delta}} R^{1/6}$$

n_{Δ} - трубопроводнинг ғадир-бударлик коэффициенти (пўлат учун $n_{\Delta}=0,011$);

R -трубопроводнинг гидравлик радиуси, $м$;

$$R = \frac{d}{4} = \frac{0,45}{4} = 0,1125 \text{ м}$$

$$C = \frac{1}{n_{\Delta}} R^{1/6} = \frac{1}{0,011} \cdot 0,1125^{1/6} = 53,52$$

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,45^2}{4} = 0,159 \text{ м}^2;$$

$$K = C\omega' \sqrt{R} = 53,52 \cdot 0,159 \cdot \sqrt{0,1125} = 2,856 \text{ м}^3/с;$$

$$\sum h_w = \frac{341}{2,856^2} \cdot Q^2 = 41,8 Q^2 ;$$

$$\sum h_w = 41,8 Q^2 \quad H = 70 + 41,8 Q^2 \quad (3.8)$$

3.15-расм. *14НДс* белгили $n=1450 \text{ ай/мин}$ бўлган насос характеристикаси.

Гидродинамик эгри чизик куриш учун (3,8) формуладаги Q га кийматлар берилиб, босим H ҳисобланади. Ҳисоблар 3.3-жадвалда келтирилган.

3.3-жадвал

$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	Q^2	$\Sigma h_w - Q, \text{ м}$	$H_{mp} - Q, \text{ м}$	$2Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$(2Q)^2$	$\Sigma h_w^l - 2Q, \text{ м}$	$H_{mp}^l - 2Q, \text{ м}$
0	0	0	70	0	0	0	70
0,08	0,0064	0,266	70,27	0,160	0,0256	1,05	71,05
0,160	0,0256	1,05	71,05	0,120	0,1024	4,2	74,2
0,240	0,0576	2,38	72,38	0,480	0,2304	9,5	79,5
0,320	0,1024	4,3	74,30	0,640	0,4096	17,20	87,2
0,400	0,1600	6,68	76,68	0,800	0,6400	26,7	96,7
0,480	0,2304	9,54	79,54	0,960	0,9216	38,2	108,2
0,560	0,3130	13,1	83,1	1,120	1,244	52,4	122,4

Юқоридаги 3.3-жадвал натижалари асосида трубопроводнинг $H_{mp}-Q$ гидродинамик эгри чизигини курамиз ва насоснинг $H-Q$ босим чизиги билан кесишган A ишчи нуқтасини аниқлаймиз. (3,16-расм) Унинг координаталари:

$$Q_A = 516 \text{ л/с}; H_A = 80 \text{ м}; \eta_A = 85,5 \%;$$

3.16-расм. Насос билан трубопроводнинг ҳар хил шароитлардаги иш тартибларини аниқлаш

Ишчи нуқта кийматлари асосида насоснинг валидаги қувватини топамиз:

$$N_A = \frac{9,81 Q_A H_A}{\eta_A} = \frac{9,81 \cdot 0,516 \cdot 80}{0,855} = 473,6 \text{ кВт}$$

Демак, насос берилган ўлчамдаги трубопроводга $Q_A = 516 \text{ л/с}$ сув чиқариб бериши учун валидаги қуввати $N_A \geq 474 \text{ кВт}$ ва айланиш частотаси $n = 1450 \text{ ай/мин}$ бўлган двигател билан ҳаракатга келтирилиши зарур.

2. Умумий трубопроводга параллел уланган иккита насосларнинг ишлаш шартларини аниқлаш

Насослар битта трубопроводга параллел ишлаши учун уларнинг босимлари тенг бўлиши зарур. Шунинг учун уларнинг умумий $Q_{ум} - H$ характеристикаси ўзгармас босимда сув ҳайдаши қийматларини қўшиш билан қурилади.

Икки бир хил насослар битта трубопроводга параллел ишлаганда масала яна енгиллашади. Абцисса Q қийматлари масштабини икки марта орттирилса, у ҳолда аввалги $H-Q$ босим характеристика қайта қурилмай, $2Q$ абциссага нисбатан иккита параллел ишлаётган насосларнинг характеристикаси деб қабул қилинади (3.16-расм).

Янги $2Q$ абциссага нисбатан 3.3-жадвалдаги қийматлар асосида трубопроводнинг $H_{mp}^{I} - 2Q$ эгри чизиғи чизилиб, параллел ишлаётган насосларнинг умумий ишчи нуқтаси В топилади (3.16-расм). Унинг координаталари:

$$2Q_6 = 708 \text{ л/с}, H_6 = 90 \text{ м}, \eta_6 = 82 \%$$

Параллел ишлаётган насосларнинг «камчил» сув ҳайдаши ("тақчиллиги"):

$$\Delta Q = 2Q_A - 2Q_6 = 2 \cdot 516 - 708 = 324 \text{ л/с}$$

Топилган ΔQ миқдор иккита вариантни техник-иқтисодий таққослашда асосий кўрсаткич бўлиб, насосларни алоҳида-алоҳида ишлатишни ёки параллел улашни асослаш имкониятини беради.

Параллел ишлаётган ҳар бир насоснинг валидан қуввати

$$N_{1,2} = \frac{9,81 \cdot Q_e \cdot H_e}{\eta_e} = \frac{9,81 \cdot 0,354 \cdot 90}{0,82} = 381,2 \text{ кВт}$$

3. Сифат ва миқдор жиҳатдан ростлаш усуллари билан насоснинг $Q_{зар}$ зарурий сув ҳайдашини таъминлаш

Сифат жиҳатидан ростлашда зарурий $Q_{зар} = 450 \text{ л/с}$ сув ҳайдаши учун янги n_x айланиш частотаси аниқланади. Бунинг учун 3.16-расмдаги $H_{mp}-Q$

гидродинамик эгри чизикда ётувчи координаталари $Q_{зар}=450$ л/с ва $H_{зар}=77,5$ м тенг C нуқтани топамиз. Айланиш частотасини ўзгартириш (2.40), (2.41) ва (2.42) формулалар яъни динамик ўхшашлик қонуният асосида олиб борилади:

$$\frac{Q}{Q_{зар}} = \sqrt{\frac{H}{H_{зар}}} = \frac{n}{n_x}$$

$$\text{бундан } \frac{Q}{\sqrt{H}} = \frac{Q_{зар}}{\sqrt{H_{зар}}} = a \text{ демак юқоридагилардан}$$

$Q = a\sqrt{H}$ яъни айланиш частотасининг пропорционаллик эгри чизигини формуласини ҳосил қиламиз.

Пропорционаллик эгри чизиги ҳисоблари 3.4-жадвалда келтирилган. Пропорционаллик коэффициенти

$$a = \frac{Q_{зар}}{\sqrt{H_{зар}}} = \frac{450}{\sqrt{77,5}} = 51,5$$

3.4-жадвал

Q, л/с	0	100	200	300	400	500	600	700
H, м	0	3,78	15	34	60,4	84,5	136	185

3.4-жадвалдаги ҳисобланган қийматлар асосида 3.16-расмда $Q = a\sqrt{H}$ эгри чизигини курамиз ва насоснинг H - Q босим характеристикаси билан кесишган E нуқтани топамиз. Унинг координаталари: $Q_E=470$ л/с; $H_E=84$ м; $\eta_E=80$ %.

Динамик ўхшашлик қонуниятларидан янги айланиш частотасини аниқлаймиз:

$$n_x = n \cdot \frac{Q_{зар}}{Q_E} = 1450 \cdot \frac{450}{470} = 1390 \text{ ай/мин};$$

$$\text{ёки } n_x = n \cdot \sqrt{\frac{H_{зар}}{H_E}} = 1450 \cdot \sqrt{\frac{77,5}{84}} = 1390 \text{ ай/мин}$$

Микдор жиҳатидан ростлаш усули $Q_{зар}=450$ л/с микдордаги сув ҳайдашни таъминлайдиган даражада сурма кулфакни қисман тўсиш йўли билан амалга оширилади. Бу ҳолда гидродинамик $H_{мп}$ - Q эгри чизикда ётувчи C нуқта учун

$Q_{зар}=450$ л/с сув ҳайдашига тўғри келувчи $H_{зар}=77,5$ м ва насоснинг H - Q босим чизиғига бўлган $h_{кулф}=7,5$ м кулфакнинг қаршилигини топамиз (3.16-расм).

Насос қурилмасининг эксплуатацион Ф.И.К. фойдали қувватнинг эффектив (валдаги) қувватига нисбати сифатида қуйидагича аниқланади:

$$N_{\phi} = 9,81 \cdot Q_{зар} \cdot H_{зар}$$

$$N = \frac{9,81 Q_{зар} (H_{зар} + h_{кулф})}{\eta_n}$$

$$\text{бундан, } \eta_{экс} = \frac{N_{\phi}}{N} = \frac{H_{зар} \cdot \eta_n}{H_{зар} + h_{кулф}} = \frac{77,5 \cdot 0,9}{77,5 + 7,5} = 0,82$$

Ҳар икки турдаги ростлаш усуллари таққослаб, миқдор жиҳатидан ростлаш усули иқтисодий номақбул эканлигига ишонч ҳосил қиламиз, чунки кулфакни қисман тўсилганда Ф.И.К. салмоқли миқдорга (8%) камайиши кузатилди.

4. Янги n_x айланиш частотаси учун насоснинг характеристикасини қайта қуриш

Насоснинг характеристикасини n айланиш частотасидан n_x янги айланиш частотасига қайта ҳисоблаш учун динамик ўхшашлик қонуниятларидан фойдаланилади:

$$\frac{Q_x}{Q} = \frac{n_x}{n} = i_n; \quad \frac{H_x}{H} = \left(\frac{n_x}{n} \right)^2 = i_n^2; \quad \frac{N_x}{N} = \left(\frac{n_x}{n} \right)^3 = i_n^3;$$

$$H_{вак.х}^{жс} = 10 - (10 - H_{вак}^{жс}) i_n^2$$

$$\text{бу ерда, } i_n = \frac{n_x}{n} = \frac{1390}{1450} = 0,96; \quad i_n^2 = 0,92; \quad i_n^3 = 0,92;$$

Ҳисоб натижаларини қуйидаги 3.5-жадвалга жойлаштирамиз.

Эслатма: Жадвалнинг $n=1450$ ай/мин бўлган ҳолдаги қисми 3.15-расмда келтирилган, насоснинг берилган характеристикаси асосида тўлдирилади.

3.5-жадвал

n=1450 ай/мин бўлганда					n _x =1390 ай/мин бўлганда				
η, %	Q л/с	H, м	N, кВт	H _{вак, X} М	η, %	Q _x , л/с	H _x , м	N _x , кВт	H _{вак, X} М
0	0	97	45	-	0	0 77	89	40	-
39	80	95	46	-	39	154	87,5	49,8	-
55	160	94	68	-	55	230,5	86,5	60,5	-
71	240	92	75	-	71	307	84,5	66,8	-
83	320	91	87,5	4	83	384	83,7	77,8	4,48
89	400	89	100	2,8	89,5	460	82	89	3,38
89	480	83	108	1	89	538	76,5	97,5	1,76
80	560	75	120	-2,5	80		69	107,2	-1,5

Айланиш частотаси ўзгарганда Ф.И.К. қийматлари нисбатан ўзгаришсиз қолади. Янги n_x айланиш частотаси учун 3.5-жадвалда ҳисобланган H_x - Q_x N_x - Q_x , η - Q_x ва $H_{вак, x}^{ж}$ - Q_x эгри чизиқларнинг координаталари 3.16-расмдаги чизмада белгиланади ва силлиқ туташтирилади.

Янги характеристиканинг H_x - Q_x босим эгри чизиғи зарурий сув ҳайдаш $Q_{зар}$ ва босим $H_{зар}$ қийматларни таъминлайдиган C нукта орқали ўтади.

3. Намунавий масала

Айланиш частотаси $n=970$ ай/мин, ишчи ғилдираги диаметри $D=0,855$ м бўлган характеристикаси қуйидаги 4.12-жадвалда келтирилган Д200-100 (20Д-6) белгидаги марказдан қочма насоснинг айланиш частотасини ўзгартириш усулида ҳисобий сув ҳайдаши $Q_x=0,425$ м³/с ва босим $H_x=60$ м қийматларни таъминлайдиган янги характеристикасини тузинг. Насоснинг сўргичи диаметри $D_s=0,5$ м, оптимал сув ҳайдаши ва босими: $Q_n=57$ м; $H_x=63$ м.

3.6-жадвал

№	Q, м ³ /с	H, м	M, (кВт)	η	H _{вак}
1	0	103	180	0	0
2	0,2	110	420	0,51	0
3	0,3	109	540	0,62	4

4	0,4	108	630	0,70	3,5
5	0,5	103	690	0,76	3
6	0,55	100	720	0,78	0
7	0,65	93	780	0,72	0
8	0,68	89	800	0,70	0

Насоснинг характеристикасини қайта ҳисоблаш сермехнат ҳисоблашлар талаб этади, Шунинг учун ушбу масалани ечишда қуйида келтирилган компютер дастуридан фойдаланамиз. Компютер дастурига юқоридаги маълумотларга қўшимча қуйидаги кўрсаткичлар ҳам киритилиши талаб этилади: 1) ишчи ғилдираклар сони $y=1$ ва сўриш томонлари сони $x=2$, 2) насос иш кўрсаткичларининг массив ўлчами $k=8$, 3) характеристикада $H_{\text{вак}}$ берилса $KK=0$ ёки Δh қиймати берилса $KK=1$.

3. НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Насоснинг характеристикаси деб қандай боғланиш графикларига айтилади?
2. Насосларнинг характеристикалари қандай шаклларда ва кўринишда бўлади?
3. Трубопроводнинг гидродинамик эгри чизиғи қандай қурилади?
4. Қандай нуқта ишчи нуқта деб аталади?
5. Ишчи нуқтанинг ҳолати нималарга боғлиқ равишда чапга ёки ўнгга силжиши мумкин?
6. Насос қурилмасининг иш кўрсаткичларини миқдор жиҳатидан ростлаш усуллари тушунтириб беринг.
7. Насоснинг ишчи кўрсаткичларини сифат жиҳатидан ростлашда унинг янги айланиш частотасини аниқлаш учун қандай қонуниятлардан фойдаланилади?
8. Параллел ишлаётган иккита ҳар хил насосларнинг ҳар бирини сув ҳайдаши ва босими қандай аниқланади?

4-боб. СУҒОРИШ ТИЗИМИ НАСОС СТАНЦИЯЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШДА НАСОС АГРЕГАТЛАРИНИ ТАНЛАШ

Суғориш тизимдаги машинали сув чиқариш гидротехника иншоотини лойиҳалашда қуйидаги дастлабки маълумотлар қийматлари берилади [9,30,31,32]:

1. Суғориш учун талаб қилинадиган сув истеъмоли графиги, $Q=f(t)$;

2. Манбадаги сув сатҳининг ўзгариш графиги:

$$\nabla ПБСС=f(t) \text{ ёки } \nabla СС_i(\text{манба})=f(t) ;$$

3. Насос станцияси қуриладиган жой режаси (4.1-расм) ва унинг топографик миқдорлари қийматлари (масштаби ва горизонталларнинг сонли белгилари);

4. Сув манбаси ва унинг тубини сонли белгиси;

5. Сув келтириш ва машина каналлари ўзанидаги грунт тури;

6. Электр энергияси нархи;

7. Суғориш майдонидаги энг юқори нуқтанинг сонли белгиси (∇K).

4.1. Сув келтириш ва машина каналларининг гидравлик ҳисоблари

Суғориш тизимидаги насос станциясининг асосий насос агрегатларини танлашда дастлаб жойнинг режаси (4.1-расм) асосида сув чиқариш йўналиши бўйича бўйлама кесим тузилиб (4.3-расм), унда бинонинг жойи, сув келтириш ва машина каналларининг элементлари, ҳамда босимли трубопроводларнинг узунликлари аниқланиши зарур [31,32].

Сув келтириш каналини қўлланишининг асосий шартлари қуйидагилар:

1) иқтисодий жиҳатдан мақбул бўлиши ва босимли трубопроводнинг узунлигини қисқаришига имкон бериши;

2) сувда оқиндиларнинг кам бўлиши ва канални тозалаш насос станциясининг бир меъёрга ишлашига ҳалақит бермаслиги;

3) манбадаги сув сатҳининг ўзгариши кичик чегарада ва унинг кирғоқлари мустаҳкам бўлиши.

Сув келтириш канали ўзи бошқариладиган ва ўзи бошқарилмайдиган бўлиши мумкин. Кўп ҳолларда ўзи бошқариладиган турдаги сув келтириш каналини лойиҳалаш мақсадга мувофиқ бўлади. Чунки бундай каналларнинг бош қисмига сув олиш иншооти қурилмайди ва у тиндиргич вазифасини ҳам ўташи мумкин.

Суғориш тизимидаги насос станцияларнинг сув келтириш ва машина каналлари ўзанларидаги грунтлар бир жинсли ва сув сарфлари бир хил бўлган ҳолларда уларнинг гидравлик элементлари ҳам тенг бўлади.

4.1-расм. Насос станция қуриладиган жойнинг режаси

Каналлар Q_{max} - сув сарфига ҳисобланади ва ювилиш, ҳамда оқиндиларнинг чўкишига текширилади.

Ҳисоблаш қуйидаги тартибда амалга оширилади [9,31]:

1) каналнинг тахминий чуқурлиги (м):

$$h = 0,85 \cdot \sqrt[3]{Q_{max}} ; \quad (4.1)$$

бу ерда, Q_{max} - каналнинг максимал сув сарфи, м³/с.

2) сувнинг жоиз юваолмайдиган тезлиги (м/с):

$$V_{жс} = K Q_{max}^{0.1}; \quad (4.2)$$

бу ерда, K -грунтга боғлиқ коэффициент бўлиб, қуйидагича қабул қилинади:

- бириккан грунтлар учун: кумлоқ тупроқ - $K=0,53$

кумок тупроқ - $K=0,57-0,63$

гил тупроқ - $K=0,75$

- донадор грунтлар учун: кум $K=0,45-0,6$;

шағал $K=0,6-1,0$;

тошлоқ $K=1,0-1,6$;

3) каналнинг жонли кесим юзаси (m^2):

$$\omega = \frac{Q_{\max}}{V_{\text{ж}}}; \quad (4.3)$$

4) трапеция шаклидаги кесим юзасига эга бўлган канал тубидан эни (m)

$$e = \frac{\omega - mh^2}{h}; \quad (4.4)$$

бу ерда m - кирғоқ қиялик коэффициенти (4.1-жадвал)

5) юқоридаги (4.4) формуладан чиқадиган канал тубидаги эни қуйидаги рухсат этиладиган қийматларнинг яқинигача яхлитлаб олинади:

$e=1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0m \dots$ (давоми ҳар 1 метр чегарада бўлади).

6) яхлитлаб қабул қилинган e қиймати учун h қайта топилади:

$$h = \frac{-e + \sqrt{e^2 + 4m\omega}}{2m}; \quad (4.5)$$

7). Каналнинг нисбий кенглиги $\beta = \frac{e}{h} = 2,2 \dots 5,5$

агарда $\beta < 2,2$ бўлса, $e=2,2 h$ олинади;

агарда $\beta > 5,5$ бўлса, $e=5,5 h$ олинади.

8) яна қайтадан e рухсат этиладиган қийматигача яхлитлаб, (4.5) формуладан h қиймати қайта ҳисобланади.

4.1-жадвал

Қирғоқ қиялик коэффициенти m

№	Тупроқ тури	Каналнинг чуқурлиги қуйидагича бўлганда, м		
		1	1-2	2-3
1.	Ҳарсанг тош	0,1-0,25	0,25-0,5	0,25-0,5
2.	Ярим ҳарсанг тош	0,5	1,0	1,0

3.	Тош, қумли шағал	1,5	1,5	1,5
4.	Гил, оғир ва ўртача қумоқ тупроқ	1,0	1,5	1,5
5.	Енгил қумоқ тупроқ, қумлоқ тупроқ	1,5	1,5	2,0
6.	Қум	2,0	2,0	2,5
7.	Майда қум	3,0	3,0	3,5

9). Хўлланган периметр

$$\chi = \sigma + 2h\sqrt{1+m^2}; \quad (4.6)$$

10). Гидравлик радиус

$$R = \frac{\omega}{\chi}; \quad (4.7)$$

11). Шеши коэффициентлари

$$C = \frac{1}{n} R^y; \quad (4.8)$$

бу ерда $y = 1,5\sqrt{n}$, агарда $R \leq 1$ м, бўлса, $y = 1,5\sqrt{n}$, агарда $R > 1$ м бўлса;
 n - ғадир-будирлик коэффициентлари (4.2-жадвал).

4.2.-жадвал

Канал ўзанининг ғадир-будирлик коэффициентлари n

Каналнинг техник ҳолати	n
А. Қопламасиз каналлар :	
$Q > 25$ м ³ /с бўлганда ;	
1) бириккан ва қумли тупроқлар, торф учун...	0,020
2) шағал-тош тупроқлар учун...	0,0225
$Q = 25 \dots 1$ м ³ /с бўлганда :	
1) бириккан ва қумли тупроқлар учун...	0,0225
2) шағал-тош тупроқлар учун...	0,0250
Қопламали каналлар :	
Б. силлиқ бетон...	
ғализ бетон...	0,012-0,014
асфалт-битум ...	0,015-0,017
ётқизилган ҳарсанг тош...	0,017-0,030
	0,020-0,025

12. Канал тубининг жоиз нишоблиги

$$i_{\text{жс}} = \frac{V_{\text{жс}}^2}{C^2 R}; \quad (4.9)$$

13. Каналнинг $Q=f(h)$, боғланиш графигини куриш учун 4.3-жадвалда h - га қийматлар бериб, Q -нинг қийматлари топилади:

$$Q=V\omega; \quad (4.10)$$

$$V = C\sqrt{Ri_{\text{жс}}}; \quad (4.11)$$

Жадвалдаги ω , χ , R , C ларнинг қийматлари юқорида келтирилган формулалар ёрдамида ҳисобланади.

4.3-жадвал

Каналнинг $Q=f(h)$ графигини тузиш жадвали

$N_{\text{д}}$	$h, \text{ м}$	$b, \text{ м}$	m	n	$i_{\text{жс}}$	$\omega, \text{ м}^2$	$\chi, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$C, \text{ м}^{0.5}/\text{с}$	$V, \text{ м/с}$	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$
1	h_1	$b=\text{const}$ t	$m=\text{const}$	$n=\text{const}$ t	$i_{\text{жс}}=\text{const}$	ω_1	χ_1	R_1	C_1	V_1	Q_1
2	h_2					ω_2	χ_2	R_2	C_2	V_2	Q_2
3	h_3					ω_3	χ_3	R_3	C_3	V_3	Q_3
4	h_4					ω_4	χ_4	R_4	C_4	V_4	Q_4
5	h_5					ω_5	χ_5	R_5	C_5	V_5	Q_5
6	h_6					ω_6	χ_6	R_6	C_6	V_6	Q_6

Ушбу 4.3-жадвалдаги Q ва h - нинг қийматлари асосида каналнинг $Q=f(h)$ графиги тузилади (4.2-расм).

4.2-расм. Сув келтириш ва машина каналларининг $Q=f(h)$ графиги

Канал ўзанини ювилмаслик ва оқиндиларнинг чўкмаслик шартларига текшириб кўриш учун [9] адабиётдан фойдаланиш зарур.

4.2. Станция биносининг жойини танлаш

Насос станция жойлашадиган режада (4.1-расм) кўрсатилган йўналиш асосида тузилган бўйлама кесимда станция биносининг энг қулай жойи танлаб олинади (4.3-расм).

Бунинг учун дастлаб бу 4.3-расмдаги бўйлама кесимга юқори ва пастки бўёфлардаги сув сатҳининг сонли белгилари, сув манбаси, сув келтириш ва машина каналлари тубларининг сонли белгилари туширилиши зарур.

Сув келтириш ва машина каналлари бош қисмларидаги уларнинг туби сонли белгилари:

$$\nabla K.K.T = \nabla П.Б.С.C_{\min} - h_{\max}^{кан} - 0,07 м ; \quad (4.12)$$

$$\nabla M.K.T = \nabla K + (0,3 \div 0,5) - h_{\min}^{кан} м ; \quad (4.13)$$

Юқори бўёфдаги сув сатҳининг сонли белгилари

$$\nabla Ю.Б.С.C_{\min} = \nabla M.K.T. + h_{\min}^{кан} м; \quad (4.14)$$

$$\nabla Ю.Б.С.C_{\max} = \nabla M.K.T. + h_{\max}^{кан} м; \quad (4.15)$$

Канал қирғоғи сонли белгиси:

$$\nabla K.K. = \nabla Ю.Б.С.С_{\max} + (0,3 \div 0,6) .м; \quad (4.16)$$

Юқоридаги формулаларда: $h_{\min}^{кан}$ ва $h_{\max}^{кан}$ - каналдаги сувнинг минимал ва максимал чуқурликлари (4.2-расмда келтирилган $Q=f(h)$ графигидан олинади);

$\nabla П.Б.С.С_{\min}$ -пастки бьефдаги минимал сув сатҳининг сонли белгиси, м;

∇K - суғориш майдонидаги энг юқори нуқтанинг сонли белгиси, м; (бу қийматлар дастлабки маълумотларда берилади);

0,3 ÷ 0,5 м- сув сатҳининг ∇K га қўшимча захира миқдори;

0,3 ÷ 0,6 м- канал қирғоғининг сув сатҳидан баландлиги;

0,07 м - манбадаги ва сув келтириш каналидаги сув сатҳларининг фарқи.

Дарёдан сув олишда станция биносини қирғоқ билан максимал сув сатҳи чизиғи кесишадиган қисмига жойлаштирилади. Табиий шароитларни ҳисобга олиб, бино билан сув олиш иншоотини мужассамлашда ҳар хил вариантлар бўлиши мумкин, яъни қирғоқдаги (бирлаштирилган ёки алоҳида жойлаштирилган) иншоотлар ва ўзандаги (бирлаштирилган ёки алоҳида жойлаштириладиган) иншоотлар (4.4-жадвал) [9].

4.4-жадвал

Дарёдан сув олиш иншооти билан станция биносини мужассамлаш шартлари

Манбанинг табиий шароити	Қирғоқдаги иншоотларни мужассамлаш шартлари	Ўзандаги иншоотларни мужассамлаш шартлари
Қирғоқ ҳолати	қия	а/ ҳар қандай бўлганда - бирлаштирилган иншоот б/ ётиқ бўлганда-алоҳида иншоот
зарурий чуқурлик	қирғоқда етарли	қирғоқдан узоқда
манбадаги сув сатҳининг ўзгариши	8 м гача	а/ 12-20 м бўлганда- бирлаштирилган иншоот

		б/ ҳар қандай бўлганда-алоҳида иншоот
сув босадиган қайир	а/ 300 м дан кам бўлганда-бирлаштирилган иншоот, б/ 300 м дан ортиқ бўлганда-алоҳида иншоот	ҳар қандай
қирғоқдаги замин тупроғи	чўкмайдиган	ҳар қандай

Бирон-бир сабабга кўра, манбанинг қирғоғидан насос станция биносини узоклаштириш зарур бўлган ҳолларда сув келтириш канали қурилади.

Бўйлама кесимдан (4.3-расм) сув келтириш каналининг ва босимли трубопроводнинг узунликларини (l_k , l_{mp}) топиш учун насос станция биносининг жойини вариантларни техник-иқтисодий таққослаб аниқлаш зарур [12]. (Бундай ҳисобларни компютер дастури билан бажариш бўйича намунавий масала 6-бобда келтирилган).

Курс лойиҳаси бажаришда станция биносини жойини топиш учун тупроқ ковлаш чуқурликларининг иқтисодий мақбул қийматларидан (h_k) фойдаланилади, яъни [9,31]:

$Q_{\max}^{nc} \leq 6 \text{ м}^3/\text{с}$ бўлган ҳолда, $h_k = 8 \text{ м}$ - гача;

$Q_{\max}^{nc} = 6 \div 10 \text{ м}^3/\text{с}$ бўлган ҳолда, $h_k = 12 \text{ м}$ - гача;

$Q_{\max}^{nc} > 10 \text{ м}^3/\text{с}$ бўлган ҳолда, $h_k = 18 \text{ м}$ - гача қабул қилинади.

Сув чиқариш иншоотини ярим-ковлама, ярим-кўтарма ҳолатда жойлаштирилади.

4.3. Асосий насосларнинг ҳисобий босимини аниқлаш

Насоснинг ҳисобий босимини қуйидаги формула билан топилади [9,30,31]:

$$H_{\chi} = H_{\varepsilon,yp.} + \sum h_w (m); \quad (4.17)$$

бу ерда, $H_{\varepsilon,yp}$ - салмоқлаштирилган (ўртача) геодезик кўтариш баландлиги,м;

Σh_w - трубопроводлардаги гидравлик қаршиликлар ҳисобига босим исрофлари йиғиндиси, (м);

$$\Sigma h_w = \Sigma h_m + \Sigma h_e ; \quad (4.18)$$

Σh_m - трубопроводларнинг маҳаллий қаршиликлари ҳисобига босим исрофлари,м;

Σh_e - трубопроводларнинг узунликлари бўйича гидравлик қаршиликларига босим исрофлари,м;

$$\Sigma h_e = i l_{mp}; \quad (4.19)$$

Трубопроводларни лойиҳалаш кейинроқ бажарилганлиги сабабли босим исрофлари қийматларини тажрибалар асосида тахминан қуйидагича қабул қилинади.

- маҳаллий қаршиликларга босим исрофлари ўртача $\Sigma h_m = 0,7 \div 2,0$ м;
- узунлик бўйича босим исрофларини (4.19) формула билан ҳисоблашда гидравлик нишоблик $i = 0,0035 \div 0,004$ тенг олинади.

Эслатма: l_{mp} -трубопроводнинг узунлиги 4.3-расмдаги бўйлама кесимдан олинади.

Пастки ва юқори бьефлардаги сув сатҳлари кичик чегараларда ўзгарган (K_{nc} ва $K_{юс} < 2м$) ҳолларда ўртача геодезик кўтариш баландлигини қуйидагича топиш рухсат этилади:

$$H_{\varepsilon,yp} = \frac{H_{\varepsilon,max} + H_{\varepsilon,min}}{2}; \quad (4.20)$$

$$\text{бу ерда, } H_{\varepsilon,max} = \nabla \text{ЮБСС}_{max} - \nabla \text{ПБСС}_{min} \quad (4.21)$$

$$H_{\varepsilon,min} = \nabla \text{ЮБСС}_{min} - \nabla \text{ПБСС}_{max} \quad (4.22)$$

Агарда станция биноси сув манбасига яқин жойлашган бўлса, у ҳолда пастки бьефдаги сув сатҳлари белгиларини ($\nabla \text{ПБСС}_i$) манбадаги сув сатҳлари белгиларига тенг олиш мумкин.

Станция биноси сув манбасидан узоқлашган ҳолда сув келтириш каналининг нишоблиги $i_{жс}$ ҳисобига сув сатҳлари белгиларини $h = i_{жс} l_k$ қийматга пасайишини эътиборга олиш зарур:

$$\nabla ПБСС_i = \nabla СС_i \text{ (манба)} - i_{жк} l_k - 0,07 \quad (4.23)$$

бу ерда, $\nabla СС_i$ (манба) - манбадаги сув сатҳлари белгилари, м;

l_k ва $i_{жк}$ - сув келтириш каналининг узунлиги ва жоиз нишоблиги.

Сув олиш бевосита дарё ёки сув омборидан ҳеч қандай бошқариш иншоотисиз амалга оширилган ҳолларда H_z -нинг ўртача қийматини 50 % сув таъминоти йили учун олинган сув сатҳлари қийматлари бўйича қуйидагича топилади:

$$H_{z,yp} = \frac{\sum (Q_i H_{z,i})}{\sum (Q_i t_i)}; \quad (4.24)$$

бу ерда, Q_i , $H_{z,i}$ - насос станциясининг t_i даврлар бўйича сув ҳайдаши ва геодезик кўтариш баландликлари.

Ҳисобларни осонлаштириш учун (4.24) формуланинг сурат ва маҳражи жадвал усулида аниқланади (4.5-жадвал).

4.5-жадвал

$H_{z,yp}$ қийматни ҳисоблаш жадвали

Насос стан- циянинг иш даврлари	Даврда -ги кун- лар сони t	Станция - нинг сув ҳайдаш и Q, м³/с	Сув сатҳининг сонли белгиси		Геоде- зик кута- риш баландл иги, $H_{z,i}$	$Q H_{z,i} t$	$Q_i t_i$
			юқори бъеф $\nabla ЮБС$ C	пастки бъеф $\nabla ПБС$ C			
1	2	3	4	5	6	7	8
1/У - 10/У	10	2,8	520,5	455,2	65,3		
11/У - 20/У	10	2,8	520,5	457,6	62,9		
21/У - 31/У	11	5,6	520,6	457,9	63,7		
1/УІ - 10/УІ	10	5,6	520,8	458,2	62,6		
.....							
.....							
.....							
.....							
21/УШ- 31/УШ	11	2,8					
	$\sum t = 123$					$\sum (Q_i H_{z,i} t)$	$\sum (Q_i t_i)$

Юқоридаги 4.5-жадвалнинг 1, 2, 3 устунлари лойиҳалаш учун берилган дастлабки маълумотлар асосида тўлдирилади.

Юқори бўёфдаги сув сатҳлари белгилари қуйидагича топилади:

$$\nabla \text{ЮБСС}_i = \nabla M.K.T. + h_{\text{кан},i} (м); \quad (4.25)$$

кайсики, $h_{\text{кан},i}$ – машина каналидаги сувнинг чуқурликлари, $Q=f(h)$ графигидан ҳар бир даврдаги Q_i -қийматлари бўйича олинади (4.2-расм).

Геодезик кўтариш баландлиги турли даврлар учун қуйидагича топилади:

$$H_{zi} = \nabla \text{ЮБСС}_i - \nabla \text{ПБСС}_i \quad (4.26)$$

Жадвалнинг 7 ва 8 устунларидаги қийматларни, аввалги устунлардаги миқдорларни кўпайтириш ёрдамида топилиб, бу устунлардаги қийматларнинг йиғиндилари ҳисоблаб чиқилади ва (4.24) формулага қўйиб, $H_{z,yp}$ топилади.

4.4. Асосий насосларнинг сони ва ҳисобий сув ҳайдашини аниқлаш

Асосий насос агрегатларининг сони ҳар 1 м^3 кўтарилган сувнинг минимал таннархини таъминлашини ҳисобга олиб, сув истеъмоли графигини энг яхши қопланиш шартлари асосида танлаб олинади [9,31].

Сув истеъмоли графиги $Q=f(t)$ дастлабки берилган маълумотлар асосида курилади (4.4-расм).

4.4-расм. Сув истеъмоли графиги

Агрегатларни бири иккинчисини ўрнини боса олиши, уларга хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш ишларини осон бўлишини эътиборга олиб, сув

хайдаши бир-бирига тенг бўлган бир хил насос агрегатлари қабул қилиш мақсадга мувофиқ бўлади.

Агарда сув истеъмоли графиги тенг поғонали кўринишда бўлса, у ҳолда узига хос поғоналар бўйича сув ҳайдаши тенг бўлган асосий агрегатлар сонини танлаш енгиллашади, яъни:

$$Z_{ac} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}}; \quad (4.27)$$

У ҳолда ҳар бир насос агрегатининг ҳисобий сув ҳайдаши:

$$Q_x = \frac{Q_{\max}}{Z_{ac}}; \quad (m^3/c) \quad (4.28)$$

Станция биносига ўрнатиладиган агрегатларнинг умумий сони

$$Z_{ym} = Z_{ac} + Z_{зах} \quad (4.29)$$

$Z_{зах}$ -захира насос агрегатлари сони, агарда $Z_{ac}=2 \div 6$ бўлса, $Z_{зах}=1$, агарда $Z_{ac}>7$ бўлса, $Z_{зах}=2$ қабул қилинади.

Эслатма: Насосни турини танлаш учун зарурий кўрсаткичлар Q_x ва H_x - қийматларини ҳисоблаш бўйича компьютер дастури билан ечилган намунавий масала 4-боб охирида келтирилган.

Сув истеъмоли графиги тенг поғонали бўлмаса, насос агрегатлари сони ва уларнинг ҳисобий сув ҳайдашини аниқлаш вариантларни техник - иқтисодий жиҳатдан таққослаш асосида амалга оширилади [9]

4.5. Асосий насосларнинг турини танлаш

Насоснинг ҳисобий босими H_x ва ҳисобий сув ҳайдаши Q_x қийматлари бўйича жамланган графиклардан асосий насосларнинг турини танлаб олинади (2,3,4-иловалар).

Жамланган графикларда насосларнинг қўлланиш чегаралари аксарият ҳолларда эгри чизиқли кўпбурчаклар шаклида берилади [9,30,31,32].

Бир вақтнинг ўзида ҳар хил турдаги насосларни танлаш имконияти мавжуд бўлса, у ҳолда қуйидаги талаблар асосида уларни таққослаб кўрилиб, улардан бирини танлаб олинади:

- 1) насос H_x ва Q_x қийматларни тўла қаноатлантира олиши зарур;

- 2) Ф.И.К. юқори бўлиши талаб этилади;
- 3) эксплуатацион ва кавитацион сифатлари яхши бўлиши зарур;
- 4) айланиш частотаси юқори бўлиши керак;
- 5) насос заводдан мунтазам ишлаб чиқарилишини эътиборга олиш зарур.

Танлаб олинган насоснинг белгиси ва айланиш частотаси бўйича «Насослар каталоги» дан унинг хусусий ёки универсал характеристикаси кўчириб олинади (5-илова).

Агарда ҳисобий координаталари H_x ва Q_x бўлган ишчи нукта A жамланган графиклардаги ҳеч қайси насоснинг қўлланиш чегарасига тушмаса, у ҳолда насосни турини танлаш қуйидагича амалга оширилади. Ишчи нукта A қийматларига яқинроқ жойлашган насоснинг белгиси кўчириб олиниб, унинг n айланиш частотасига яқин келувчи $n_э$ стандарт айланиш частота 4.6-жадвалдан олинади, ҳамда H_x ва Q_x қийматлар қайта ҳисоблаб қурилади:

$$H'_x = H_x \left(\frac{n}{n_э} \right)^2; \quad Q'_x = Q_x \frac{n}{n_э}; \quad (4.30)$$

Эслатма : ишчи нукта A қурилаётган насоснинг эгри чизиқли кўпбурчагидан чапда ва пастрокда бўлса, $n_э < n$ қиймат қабул қилинади ва аксинча.

4.6-жадвал

Электродвигателларнинг стандарт айланиш частоталари

$n_э$, ай/мин асинхрон	3000	1500	1000	750	600	500	375	300	250
$n_э$, ай/мин синхрон	2900	1450	960	730	585	485	368	290	242

Юқоридаги (4.30) формулалар билан топилган H'_x ва Q'_x қийматларга тўғри келувчи B нукта қўрилаётган насоснинг қўлланиш чегарасига тушса, у ҳолда шу насосни қабул қилинади ва характеристикаси $n_э$ -стандарт айланиш частотасига динамик ўхшашлик формулаларидан фойдаланиб қайта ҳисобланади (4.8-жадвал).

Агарда топилган B нукта кўрилатганган насоснинг эгри чизиқли кўпбурчагига тушмаса, у ҳолда юқоридаги ҳисоблаш ишлари A нуктага яқинроқ бошқа насослар учун ҳам қайта бажариб кўрилади.

Танланган насос ҳисобий H_x ва Q_x қийматларни қаноатлантира олмаса, яъни ишчи нукта A насоснинг босим характеристикасини 3%- ли чегарасидан ташқарида жойлашса, унинг характеристикалари қуйидаги усуллардан фойдаланиб қайта ҳисоблаб кўрилади:

1) айланиш частотасини ўзгартириш усули; 2) ишчи ғилдирагини йўниш усули (фақат марказдан қочма насосларда қўлланилади); 3) умумлаштирилган усул; 4) андозалаш /моделлаш/ усули.

4.5.1. Насоснинг айланиш частотасини ўзгартириш усули

Насос характеристикасини бу усул билан қайта ҳисоблаш қуйидаги тартибда амалга оширилади.

Танлаб олинган насос характеристикасининг $H=f(Q)$ координаталар системасига Q_x ва H_x қийматлари бўйича ишчи нукта A туширилади (4.5-расм) ва қуйидаги формула бўйича пропорционаллик эгри чизиғи чизилади:

$$Q = a\sqrt{H}; \quad (4.31)$$

$$\text{бу ерда } a = \frac{Q_x}{H_x}$$

Қулай бўлиши учун (4.31) формула билан ҳисоблаш жадвал усулида бажарилади (4.7-жадвал).

4.7-жадвал

$H, \text{ м}$	0	H_1	H_2	H_3	H_4
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	0	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4

Юқоридаги 4.7-жадвалдаги қийматлар бўйича насоснинг $Q-H$ координаталар системасига қурилган $Q = a\sqrt{H}$ пропорционаллик эгри чизиғи A нуктадан ўтади ва насоснинг $H=f(Q)$ босим характеристикасини E нуктада кесиб ўтади. Ф. И. К. нинг тенг чизиғида ётган бу икки A ва E нукталарнинг

координатлари қийматларини билган ҳолда динамик ўхшашлик формулаларидан фойдаланиб, изланаётган янги айланиш частотаси топилади:

$$n_x = n \frac{Q_x}{Q} = n \sqrt{\frac{H_x}{H}}; \quad (4.32)$$

Валнинг айланиш частотаси икки мартадан ортиқ ўзгартирилмаслиги зарур ва ўзгартирилган n_x қиймат электродвигателнинг стандарт айланишлар частотасига сонига мос равишда ўзгартишга рухсат этилади (4.6-жадвал).

4.6-жадвалдан n_x га яқин бўлган n_s -стандарт айланиш частотаси қабул қилиб олинади ва насоснинг ҳарктеристикасини қайта ҳисобланади /4.8-жадвал/.

4.8-жадвал

Насос характеристикасини стандарт айланиш частотасига қайта ҳисоблаш жадвали

№	Каталогдан олинган $n=...$ ай/мин учун берилган- қийматлар.					Қайта ҳисоблаб $n_s=...$ ай/ мин учун топилган қийматлар				
	η	Q	H	N	$H_{\text{вак}}^{\text{ж}}$	η_1	Q ₁	H ₁	N ₁	$H_{\text{вак1}}^{\text{ж}}$
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										

4.5-расм. Марказдан қочма 20Д-6 рўсимли насоснинг характеристикасини янги айланиш частотасига қайта ҳисоблаш ҳисоблаш ($n=970$ ай/мин)

4.6-расм. Марказдан қочма 10Д-6 рўсимли насоснинг
характеристикасини ишчи
ғилдирагини йўниш усули билан қайта ҳисоблаш ($n=1450$ ай/мин)
Қайта ҳисоблаш учун динамик ўхшашлик формулаларидан
фойдаланилади:

$$Q_1 = Q \frac{n_2}{n}; \quad N_1 = N \left(\frac{n_2}{n} \right)^3;$$

$$H_1 = H \left(\frac{n_2}{n} \right)^2; \quad H_{\text{вак1}}^{\text{жс}} = 10 - (10 - H_{\text{вак}}^{\text{жс}}) \cdot \left(\frac{n_2}{n} \right)^2 \quad (4.33)$$

4.8-жадвалдан топилган қийматлар асосида n_2 учун насоснинг янги
характеристикалари қурилади (4.5-расм) [9]. Насосни характеристикасини
янги айланиш частотасини қайта ҳисоблаш учун компьютер дастури 3.18-
намунавий масалада келтирилган.

4.5.2. Марказдан қочма насос ишчи ғилдирагини йўниш усули

Бу усул билан ҳисоблаш қуйидаги тартибда амалга оширилади. Насос
характеристикасининг (4.6-расм) Q - H координаталар системасига $Q = a\sqrt{H}$
пропорционаллик эгри чизиғи чизилади (бу ерда $a = Q_x / \sqrt{H_x}$).

Эгри чизиқ $Q = a\sqrt{H}$ насоснинг $H=f(Q)$ босим характеристикасини E
нуқта кесиб ўтади. Насос ишчи ғилдирагининг янги йўнилган диаметри A ва E
нуқталар координаталари бўйича аниқланади:

$$D_{2\dot{u}} = D_2 \frac{Q_x}{Q_E}; \quad (4.34)$$

бу ерда D_2 - ишчи ғилдиракнинг дастлабки диаметри, м. Ишчи
ғилдиракнинг йўнилиш даражаси жоиз йўниш қийматидан кам бўлиши зарур:

$$\frac{D_2 - D_{2\dot{u}}}{D_2} \cdot 100 = m \leq m_{\text{жс}}; \quad (4.35)$$

Жоиз йўниш қиймати насоснинг n_s - тезкорлигига боғлиқ;

$n_s=60-120$ бўлганда, $m_{жс}=20-15$ %

$n_s=120-200$ бўлганда, $m_{жс}=15-10$ %

$n_s=200-300$ бўлганда, $m_{жс}=10-5$ %

Агарда ишчи ғилдиракни зарурий йўниш миқдори m жоиз $m_{жс}$ миқдоридан ортиқ бўлмаса, қуйидаги формулалар ёрдамида насос характеристикаси қайта ҳисобланади:

$$Q_1 = Q \left(\frac{D_{2й}}{D_2} \right)^K; \quad N_1 = N \left(\frac{D_{2й}}{D_2} \right)^{3K}; \quad (4.36)$$

$$H_1 = H \left(\frac{D_{2й}}{D_2} \right)^{2K}$$

бу ерда, K -коэффициент, $n_s \leq 200$ бўлганда, $K=1$ тенг ва $n_s > 200$ бўлганда $K=1,5$. Насоснинг Ф.И.К. $n_s \leq 120$ бўлганда, ҳар 10 % йўниш миқдоридан 1 % га, агарда $n_s > 120$ бўлса, ҳар 10 % йўниш миқдоридан 4 % га камайтирилади. Жоиз вакуумметрик сўриш баландилиги $H_{жс\text{ вак}}$ миқдори қайта ҳисобланмайди.

Характеристикани қайта ҳисоблаш жадвал усулида бажариш қулай бўлади (4.9-жадвал). 4.9-жадвалдаги қийматлар асосида насоснинг $D_{2й}$ -йунилан диаметри учун янги характеристика қурилади (4.6-расм) [9]. Насос характеристикасини ишчи ғилдирагини йўниш усули билан қайта ҳисоблаш учун компьютер дастури асосида ечилган намунавий масала 4-бобнинг охирида келтирилган (2-масала).

4.9-жадвал

Насос характеристикасини $D_{2й}$ - га қайта ҳисоблаш жадвали

№	$D_2=$ мм бўлгандаги қийматлар.				$D_{2й}=$ мм бўлгандаги қийматлар.			
	η	Q	H	N	η_1	Q ₁	H ₁	N ₁
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

4.5.3. Умумлаштирилган усул билан марказдан қочма насос характеристикасини қайта ҳисоблаш

Агарда марказдан қочма насос характеристикасини стандарт айланиш частотасига қайта ҳисобланганда, ишчи нуқта A босим характеристикасига мос тушмаса, у ҳолда янги келтириб чиқарилган характеристикани ишчи ғилдиракни йўниш усули билан яна қайта ҳисобланади. Ҳар икки усул бир йўла қўллангани учун бу усулни умумлаштирилган усул дейилади.

4.5.4. Андозалаш усули билан насос турини танлаш

Юқорида ёритилган усуллар билан жамланган графиклардан H_x ва Q_x қийматларни қаноатлантирадиган насос турини танлашни иложи бўлмаса, у ҳолда гидравлик машиналарнинг ўхшашлик қонуниятларидан фойдаланиб, андоза (модел) учун қабул қилинган насоснинг иш кўрсаткичлари асосида янги асл нусха насос белгиси ва иш параметрлари топилади.

Андоза насос қуйидаги талаблар асосида қабул қилинади:

- 1) босими ҳисобий босимга яқинроқ бўлган насос андоза учун қабул қилинади;
- 2) $Q_x > 2 \text{ м}^3/\text{с}$ бўлганда андоза учун вертикал валли насос танланади;
- 3) андоза насоснинг сув ҳайдаши ҳисобий Q_x сув ҳайдашдан 2,5 мартадан ортиқ фарқ килмаслиги керак;
- 4) андоза насос юқори Ф.И.К. ва мусбат сўриш баландлигига эга бўлиши керак.

Бу усул билан насос танлаш учун [9] адабиётдан фойдаланиш тавсия этилади.

4.5.5. Ўқий насосларни танлаш

Юқоридаги баён этилган ишчи ғилдиракни йўниш усулидан бошқа ҳамма усулларни ўқий насосларни танлашда фойдаланиш мумкин.

Ўқий насослар ишчи ғилдираги куракларининг бурилиш бурчагини турли ҳолатларида уларнинг иш параметрларини кенг чегарада ўзгартириб фойдаланиш имкониятини беради.

Уларнинг хусусий характеристикаларини универсал ва ўлчамсиз характеристикаларидан фойдаланиб тузиш мумкин (4.7 ва 4.8-расм).

Универсал характеристикада (4.7-расм) H_x ва Q_x қийматларнинг кесишган жойидан A нуқта ва куракларнинг ҳисобий ўрнатилиш бурчаги θ_x^0 топилади.

4.7-расм. Ўқий ОП5-87 рўсимли насоснинг универсал характеристикаси ($n=585$ ай/мин)

Ҳисобий θ_x^0 бурчакка мос тушадиган $H=f(Q)$ эгри чизигидан бир неча нуқталар олиб /1,2,3...8/, уларнинг координаталарини 4.10-жадвалга кўчирилади. Насос валидаги талаб қилинадиган қуввати қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$N = \frac{9,81 \cdot Q \cdot H}{\eta}; \quad (4.37)$$

Ўқий насоснинг ҳисобий параметрлари (θ_x^0)

№	η , %	Q , м ³ /с	H , м	N , кВт	Δh , м
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					

4.10-жадвалдаги қийматлар асосида $n=const$, $\theta_x^0=const$ бўлганда насоснинг хусусий ишчи характеристикаси, яъни $H=f(Q)$, $N=f(Q)$, $\eta=f(Q)$ ва $\Delta h=f(Q)$ боғланиш графиклари курилади (4.9-расм) [9].

Баъзи ҳолларда насоснинг ўлчамсиз характеристикалари берилган бўлади (4.8-расм). Бундай ўлчамсиз характеристикадан хусусий характеристикани келтириб чиқариш қуйидагича амалга оширилади.

Масалан, $Q_x=2$ м³/с ва $H_x=10,6$ м бўлганда, жамланган графикдан О5-70 $n=730$ ай/мин тенг бўлган насос танлаб олинган бўлсин. Ўлчамсиз коэффициентлар:

$$K_Q = \frac{Q_x}{nD^3} = \frac{2}{730 \cdot 0,7^3} = 0,48; \quad (4.38)$$

$$K_H = \frac{H_x}{n^2 D^2} = \frac{10,6}{730^2 \cdot 0,7^2} = 0,146$$

$K_Q=0,48$ ва $K_H=0,146$ қийматларни 4.8-расмдаги ўлчамсиз характеристикага қўйиб, A ишчи нукта ва унга тўғри келувчи куракларнинг ўрнатилиш бурчаги $\theta_x^0=0^\circ$ топилади. Ҳисобий бурчак $\theta_x^0=0^\circ$ учун $K_H=f(K_Q)$ эгри чизиғини Ф.И.К. η билан кесишган нукталарини координаталари K_H , K_Q , $K_{\Delta h}$ қийматлари 4.11-жадвалга кўчирилади [9].

Ўқий насоснинг ўлчовли иш кўрсаткичларини ҳисоблаш жадвали

№	η %	Ўлчамсиз коэффициентлар			Ўлчовли иш кўрсаткичлари			
		K_Q	K_H	$K_{\Delta h}$	Q , м ³ /с	H , м	Δh , м	N , кВт

1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								

4.8-расм. Ўқий ОП5 турдаги насосларнинг ўлчамсиз характеристикаси

4.9-расм. Ўқий О5-70 рўсимли насоснинг хусусий ишчи характеристикаси
($n=730$ ай/мин; $\theta^\circ=0$)

Насоснинг ўлчовли иш параметрлари қуйидаги формулалар билан ҳисоблаб чиқилади:

$$Q=K_Q nD^3; \quad \Delta h=K_{\Delta h} n^2 D^2; \quad H=K_H n^2 D^2; (4.39)$$

$$N = \frac{9,81QH}{\eta}$$

Юқоридаги 4.11-жадвалдаги қийматлар асосида насоснинг ўлчовли ишчи характеристикаси тузилади /4.9-расм/.

4.6. Асосий электродвигателларни танлаш

Электродвигателлар қуйидаги маълумотлар асосида танланади [9,26]:

а) насосларнинг ўрнатилиш шакли бўйича (яъни горизонтал ёки вертикал валли бўлиши мумкин);

б) насос валининг айланиш частотаси, яъни $n_{нас}=n_{\delta\phi}$ айл/мин деб қабул қилинади;

в) талаб қилинадиган максимал ҳисобий қувват $N_{\delta\phi}$, қайсики қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$N_{\delta\phi} = N_H K = \frac{9,81QH}{\eta_n \eta_{yz}} K ; (квт); \quad (4.40)$$

бу ерда Q ва H - насоснинг сув ҳайдаши ва босими (насос характеристикасидан олинади).

Марказдан қочма насос учун $H=H_{x,min}$, $Q=Q_c$ -яъни характеристикадан $H_{x,min}$ га тўғри келувчи қиймати олинади. Ўқий насослар учун $H=H_{x,max}$, $Q=Q_c$ -яъни характеристиканинг $H_{x,max}$ - қийматга тўғри келувчи миқдори қабул қилинади.

η_n - насоснинг Ф.И.К., унинг характеристикасидан Q_c -га тўғри келувчи қиймати олинади.

η_{yz} - узатманинг Ф.И.К., $n_{нас}=n_{\delta\phi}$ қабул қилинганлиги сабабли $\eta_{yz}=1$.

K - захира коэффициенти, $N \geq 100$ квт бўлса $K=1,1 \div 1,05$;

$N < 100$ квт бўлса, у ҳолда $K=1,1 \div 1,3$ қабул қилинади.

Юқоридаги маълумотлар ($N_{\delta\phi}$, $n_{\delta\phi}$) асосида электродвигател катологидан унинг тури танлаб олинади ва двигателнинг асосий параметрлари ва ўлчамлари ёзиб олиниб, унинг ўрнатилиш шакли кўчириб олинади (12 ва 13-иловалар).

4.7. Насосларни геодезик сўриш баландлиги ва ўқининг ўрнатилиш белгисини аниқлаш

Пастки беъфдаги сув сатҳидан насоснинг ўқигача баландлик геодезик сўриш баландлиги дейилади ва қуйидагича топилади [25,31]:

$$h_s = H_{\text{вак}}^{\text{жс}} - \sum h_{ws} - \frac{V_s^2}{2g} - 0,5, (\text{м}); \quad (4.41)$$

бу ерда, V_s - насоснинг сўргичидаги суюқлик тезлиги ;

$$V_s = \frac{4Q_x}{\pi D_1^2}, \text{ м/с}; \quad (4.42)$$

D_1 - насоснинг сўргичи диаметри , м ;

Q_x - насоснинг ҳисобий сув ҳайдаши, м³/с;

$\sum h_{ws}$ - сўриш трубопроводидаги босим исрофлари, м.

Трубопроводлар кейинчалик лойиҳаланишини эътиборга олиб, $\sum h_{ws} = 0,35 \div 0,5$ м қабул қилиш тавсия этилади.

0,5 м - эҳтимоллик захираси;

$H_{\text{вак}}^{\text{жс}}$ - жоиз вакуумметрик сўриш баландлиги (насоснинг характеристикасидан H_{max} ва H_{min} қийматлар оралиғидаги энг кичик қиймат қабул қилинади).

Ўқий ва вертикал валли марказдан қочма насосларнинг характеристикаларида жоиз кавитация захираси $\Delta h_{\text{жс}}$ қийматлари берилган бўлса, h_s қуйидаги формула билан топилади:

$$h_s = H_a - h_{\text{буг}} - \Delta h_{\text{жс}} - \sum h_{ws} - 0,5; \quad (\text{м}) \quad (4.43)$$

бу ерда, $h_{\text{буг}}$ - тўйинган сув бугларининг босими (2.2-жадвал);

$h_{\text{жс}}$ - жоиз кавитация захираси (насоснинг характеристикасидан H_{max} ва H_{min} қийматлар оралиғидаги энг катта қиймати танлаб олинади);

H_a - атмосфера босими ($\nabla \text{ПБСС} \approx 300$ м гача бўлса, $H_a = 10$ м олинади).
Агар насос денгиз сатахидан юқорирок ўрнатилса, тузатиш киритиш лозим (масалан, $\nabla \text{ПБСС} = 1500$ м бўлса, $H_a = 8,5$ м олинади).

Насос ўқининг ўрнатилиш белгиси $VH.Ў.$ пастки бўёфдаги минимал сув сатҳи қиймати $VПБСС_{min}$ билан геодезик сўриш баландлигининг алгебрик йиғиндисига тенг:

$$VH.Ў. = VПБСС_{min} + h_s ; \quad (4.44)$$

Геодезик сўриш баландлиги h_s қиймати мусбат бўлса, насос ўқи $VПБСС_{min}$ сув сатҳидан юқорига, манфий бўлса, пастга ўрнатилади. Вертикал валли насослар учун ҳисобларда h_s мусбат қийматга тенг бўлса, лойиҳада $h_s = -0,5$ м қабул қилиш тавсия этилади.

4.Намунавий масалалар

1-масала. Суғориш тизимидаги насос станциянинг йил давомида сув ҳайдаш графиги, манбанинг сув сатҳи ва канал чуқурлигининг ўзгариши 4.12-жадвалда берилган.

4.12-жадвал.

Даврлар		Сув талаб	Манбадаги сув	Каналнинг
муддати	кунлар t_i	қилиши, Q_i , м ³ /с	сатҳи $\nabla \Gamma$ вист, м	чуқурлиги, h_i , м
1-10.V.	10	7,6	20,50	1,8
11-20.V.	10	7,6	20,20	1,8
21-31.V.	11	7,6	20,80	1,8
1-10.VI.	10	8,7	20,00	2,3
11-20.VI.	10	8,7	20,40	2,3
21-30.VI.	10	8,7	20,40	2,3
1-10.VII.	10	1,5	18,70	1,1
11-12.VII.	2	1,5	17,80	1,1
13-20.VII.	8	7,6	17,70	1,8
21-31.VII.	11	7,6	18,30	1,8
1-15.VIII.	15	7,6	17,00	1,8
16-31.VIII.	16	1,1	16,60	0,9

Агар сув келтириш ва машина каналлари туби белгилари $\nabla \text{ДПК}=14,0$ м, $\nabla \text{ДМК}=44,1$ м, босимли трубопровод узунлиги $l_{mp}=970$ м, сув келтириш каналининг узунлиги ва нишоблиги $l_k=540$ м, $i=0,00052$ га тенг бўлса, насоснинг ҳисобий босими H_x , ҳисобий сув ҳайдаши Q_x ва агрегатлар сони Z ни аниқланг.

Ушбу масалани ечишда сермехнат ҳисобларни енгиллаштириш учун куйидаги келтирилган компютер дастуридан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Юқоридаги маълумотларга қўшимча дастурга куйидагиларни киритиш зарур: 1) жадвалаги қийматлар массив ўлчами, $N=12$; 2) ўзи бошқариладиган канал $i_{ca}=1$ ёки ўзи бошқарилмайдиган канал $i_{ca}=0$.

Дастурни ишга тушириб, бошланғич маълумотларни киритгандан сўнг компьютер экранида куйидаги натижани куришимиз мумкин:

4.13-жадвал

Суткала р сони, T_i	Станциядан сув бериш, Q_i , м ³ /с	Юқори сув сатхи, ВБ	Куйи сув сатхи, НБ	Геодезик ба-ландлик H_g , м	$Q_{H_g T}$	Q_T
10	7.6	45.9	20.7108	25.1892	1914. 4	76
10	7.6	45.9	20.4108	25.4892	1937. 2	76
11	7.6	45.9	21.0108	24.8892	2080. 7	83.6
10	8.7	46.4	20.2108	26.1892	2278. 5	87
10	8.7	46.4	20.6108	25.7892	2243. 7	87
10	8.7	46.4	21.0508	25.3492	2205. 4	87
10	1.5	45.2	18.9108	26.2892	394.3	15
2	1.5	45.2	18.0108	27.1892	81.6	3
8	7.6	45.9	17.9108	27.9892	1701. 7	60.8
11	7.6	45.9	18.5108	27.3892	2289. 7	83.6
15	7.6	45.9	17.2108	28.6892	3270. 6	114
16	1.1	45	16.8108	28.1892	496.1	17.6

Йиғиндилар: $T_i = 123$ $Q_{H_g T_i} = 20893.88$ $Q_{T_i} = 790.6$

Ўртача геодезик баландлик H_g $c_p = 26.42788$

Насоснинг ҳисобий босими $H_p = 32.02288$

Асосий насос агрегатлари сони $Z = 8$

Резервлари билан ўрнатиладиган агрегатлар сони $Z_{урн} = 10$

Ҳар бир насоснинг ҳисобий сув ҳайдаши $Q_p = 1.0875$

2-масала. Айланиш частотаси $n=1450$ ай/мин, ишчи ғилдираги диаметри $D=0,465$ м бўлган характеристикаси қуйидаги 4.14-жадвалда келтирилган Д500-65(10Д-6) белгидаги марказдан қочма насоснинг ишчи ғилдирагини йўниш усулида ҳисобий сув ҳайдаши $Q_x=0,15$ м³/с ва ҳисобий босими $H_x=44$ м қийматларни таъминлайдиган янги характеристикасини тузинг. Насоснинг сўргичи диаметри $D_s=0,25$ м, оптимал сув ҳайдаши ва босими $Q_x=0,14$ м³/с, $H_n=63$ м.

4.14-жадвал

Q, м ³ /с	0	0,05	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
H, м	70	75	71	68	63	57	50	40
M, кВт	50	60	80	102	114	120	126	130
H _{вак} , м	0	0	6,8	6,2	5,5	4,3	0	0
η	0	0,55	0,73	0,74	0,73	0,70	0,66	0,6

Эслатма: Насоснинг ишчи ғилдираги сўриш томонлари сони $x=2$, поғоналар сони

$y=1$ га тенг.

Насоснинг характеристикасини қайта тузиш анча сермеҳнат ҳисоблашлар талаб қилишини эътиборга олиб, қуйидаги компьютер дастуридан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади.

4. НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Суғориш тизимидаги насос станцияни лойиҳалаш учун дастлабки маълумотларда қандай асосий кўрсаткичлар берилади?
2. Станция биносининг жойи қандай белгиланади?
3. Асосий насосларнинг ҳисобий босими қандай аниқланади?
4. Асосий насослар сони ва ҳисобий сув ҳайдаши қандай қабул қилинади?
5. Насоснинг турини қаердан ва қайси кўрсаткичлар асосида танлаб олинади?
6. Танланган насос қандай талабларга жавоб бериши керак?

7. Насоснинг характеристикасини нима сабабдан ва қайси усуллар билан қайта ҳисобланади?

5-боб. НАСОС СТАНЦИЯЛАРИНИНГ ГИДРОТЕХНИК ҚУРИЛМАЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ

5.1. Насос станциялар бинолари турлари

Сув ҳўжалиги ва мелиоратив тизимлардаги кўчмас насос станцияларнинг биноларини уч хил турга бўлиш қабул қилинган [9,32,33]:

а) «блочки» ёки «шахта-блочки» бино (5.1 а, б.в-расм). Бу турдаги биноларнинг асосини улкан бетон блок ташкил этиб, насосларнинг сув келтириш трубопроводлари шу блок ичига қурилади.

б) «бўлинмали» ёки «шахта-бўлинмали» бино, ўз навбатида турли кўринишда бўлиши мумкин яъни «қурук бўлинмали» (5.1.г,д,е,ж,з-расм), насос сувга ботирилган «хўл бўлинмали» (5.2, в-расм) ва насос сувга ботирилмаган «хўл бўлинмали» (5.1, и ва 5.2, а,б-расм). «Бўлинмали» биноларнинг асосини бетон плита ташкил этиб, насосларнинг трубопроводлари пойдевор устига ётқизилади.

в) «ер устки» биноси (5.2,г,д-расм) одатдаги саноат иморати кўринишида ер устига бир қаватли шаклда қурилади.

«Блочки» ва «бўлинмали» бинолар икки қаватли яъни ер остки ва ер устки қисмларидан иборат бўлади. Ер остки қисми чуқур бўлган ҳолларда «шахтали» бино деб аталади.

Бинонинг турини 5.1-жадвалда келтирилган тавсиялар асосида танланади [9,31].

5.1-жадвал

Бинонинг турини танлаш бўйича тавсиялар

Бинонинг турини белгиловчи омиллар	«Блокли» бино	«Бўлинмали» бино			«Ер устки» бино
		«курук бўлинмали»	насос сувга ботирилган «хўл бўлинмали»	насос сувга ботирилмаган» хўл бўлинмали»	
Насоснинг сув ҳайдаши Q_x , м ³ /с	≥ 2	< 2	< 2	< 2	$< 1,5$
Насоснинг тури	В,ОВ,ОП В	ҳар қандай	ОВ, ОПВ	ҳар қандай	горизонтал валли
Насоснинг геодезик сўриш баландлиги h_s , м	манфий	ҳар қандай	манфий	ҳар қандай	мусбат
Пастки бўёфдаги сув сатҳининг ўзгариши $K_{пб}$, м	ҳар қандай	ҳар қандай	насоснинг ўлчамига боғлиқ	ўртача 8 м гача	$< h_s$

«Хўл бўлинмали» турдаги бинолар эксплуатацияси анча ноқулай бўлганлиги сабабли бошқа турдаги биноларни қўллашнинг иложи бўлмаган ҳоллардагина қабул қилинади.

5.1-расм. Насос станция биноларининг турли шакллари

5.2-расм. Насос станция биноларининг турли шакллари

5.3-расм. Вертикал валли насосларнинг сув келтириш трубопроводлари шакллари:

а-ўқий насос учун тирсаксимон № 1 шакл; б-ўқий насос учун тирсаксимон

№2 шакл; в- ўқий насос учун тўғри тўртбурчак кесим юзали №3 шакл; г- ”В” турдаги марказдан қочма насос учун тирсаксимон шакл;

5.2. Станция - ички трубопровод коммуникациялари

5.2.1. Сўриш трубопроводлари ҳисоби

«Блокли» турдаги бинолар қўлланганда, насосларнинг сўриш трубопроводлари эгри чизиқли (5.3 а,б,г-расм) ёки тўғри чизиқли (5.3, в-расм) тирсаксимон шаклда бўлиб, қуйма бетон блок ичига қурилади ва улар сув келтириш трубопроводлари деб номланади. Тўғри чизиқли шаклдаги

трубопроводлар насоснинг сўргичи диаметри $D_s < 1$ м бўлганда, эгри чизиqli шаклдагиси эса, $D_s \geq 1$ м бўлган ҳолларда қўлланилади.

Бундай трубопроводнинг 5.3-расмдаги стандарт ўлчамларини насоснинг сўргичи диаметрига D_s кўпайтириб, ҳақиқий ўлчамларини топиш билан уни ҳисоблаш яқунланади.

«Бўлинмали» ва «Ер устки» бинолари қўлланганда сўриш трубопроводлари юмалоқ кесим юзали металлдан тайёрланади. Сўриш трубопроводининг диаметри D_c ва унинг кириш қисми диаметри $D_{кир}$ куйидагича топилади [32,34]:

$$D_i = \sqrt{\frac{4Q_x}{\pi V_i}}; \quad (5.1)$$

бу ерда V_i - суюқликнинг алоҳида кесимлардаги тезлиги. Сўриш трубопроводида $V_i = V_c = 1 \div 1,8$ м/с, кириш қисмида $V_i = V_{кир} = 0,8 \div 1$ м/с қабул қилинади.

Трубопроводнинг ўтиш қисмларидаги конусларнинг узунликлари:

$$l_{кон1} = (6 \div 7) (D_{кир} - D_c); \quad (5.2)$$

$$l_{кон2} = (6 \div 7) (D_c - D_s); \quad (5.3)$$

Сўриш трубопроводлари ҳар бир насос учун алоҳида қабул қилиниб, геодезик сўриш баландилиги h_s мусбат бўлган ҳолларда, $i = 0,005$ тескари нишобликда ётқизилади.

5.2.2. Станция - ички босимли трубопроводлари ҳисоби

Станция-ички босимли трубопроводлари сувни насосларнинг узаткичидан ташқи босимли трубопроводларига етказиб бериш ва турли тўсувчи, ҳамда сув ўлчов жиҳозларини ўрнатиш учун хизмат қилади.

Босимли коммуникациялар диаметри куйидагича топилади:

$$D_{\phi} = 1,13 \sqrt{\frac{Q_x}{U_{ж}}}; \quad (5.4)$$

бу ерда, $V_{ж}$ - жоиз тезлик, $V_{ж} \leq 2,5 \div 3,0$ м/с [34].

Ўтиш қисмидаги диффузорнинг кенгайиш бурчаги $\theta_x^0 = 8 \div 12^\circ$, узунлиги $l_{кон}$ қуйидагича қабул қилинади;

$$l_{кон3} = (6 \div 7) (D_6 - D_x); \quad (5.5)$$

бу ерда, D_x - насос узаткичи диаметри, м;

Тўсувчи арматура сифатида сурма кулфаклардан фойдаланилади. Бошланғич ҳисоблар учун уларнинг узунликлари қуйидагича қабул қилиш тавсия этилади:

$$\text{чўян кулфак учун } l_{кул} = D + 200 \text{ мм}; \quad (5.6)$$

$$\text{пўлат кулфак учун } l_{кул} = 2D + 150 \text{ мм};$$

бу ерда, D -насоснинг сўргич ёки узаткичи диаметри, мм

Эслатма: 1) «Блокли» ва «Ер устки» биноларида насоснинг сўриш трубопроводига сурма кулфак ўрнатилмайди. 2) Ўқий насосларнинг босимли трубопроводларига сурма кулфак ўрнатиш тавсия этилмайди.

Аниқ ҳисобли лойиҳаларни бажаришда ҳар хил турдаги сурма кулфак, тескари қопқоқ ва бошқа трубопровод арматуралари ўлчамларини [9] адабиётдан олиш тавсия этилади.

5.3. Насос станция биносининг ўлчамларини аниқлаш ва мужассамлаш

Насос станция биносини мужассамлаш қурилмаларни ўрнатиш ва асбоб-ускуналарни жойлаштириш режада ва вертикал текисликда тўғри бажарилишини тақозо этади [9,32,33,34].

Асосий насослар ва электродвигателларни 5.2-жадвалда келтирилган меъёрий эксплуатацион ўтиш масофалари сақланган ҳолда ўрнатиш талаб этилади.

Ҳамма турдаги биноларнинг ер остки қисмини лойиҳалаш пастки бўёгдаги сув сатҳига нисбатан насос ўқини қабул қилинган h_s геодезик сўриш баландилигига ўрнатишдан бошланади.

5.2-жадвал

Агрегатлар оралиғидаги меъёрий ўтиш масофалари

Ўтиш жойи	Насоснинг сув ҳайдаши бўйича минимал ўтиш масофалари, мм		
	$Q_x < 0,5$ м ³ /с	$Q_x = 0,5-1,5$ м ³ /с	$Q_x > 1,5$ м ³ /с
Агрегат ёни билан девор оралиғи	700	1000	1200
Агрегатларнинг ёнлари оралиғи	800-1000	1000 - 1200	1200-1500
Параллел ўрнатиладиган агрегатлар оралиғи	1000-1200	1250-1500	1500-2000
Агрегат билан девор оралиғи	1000	1250	1500
Вертикал валли насослар ва электродвигателлар оралиғи	-	1500 - 1700	2000-2500

«Блокли» бинони мужассамлашда 5.4-расмдаги шакл бўйича пастки қисмининг баландлиги қуйидагича топилади:

$$H_{n.k} = h_{ной} + h_{mp} + h_s + K_{нб} + h_o ; \quad (5.7)$$

$$H_{n.k,1} = h_{ной} + h_{mp} + h_{нас} + l'_{ов} ; \quad (5.8)$$

бу ерда $h_{ной}$ - пойдеворнинг қалинлиги, бошланғич ҳисоблар учун консруктив

равишда $0,8 \div 1,2$ м қабул қилинади;

h_{mp} -сув келтириш (сўриш) трубопроводи баландлиги, 5.3-расмда келтирилган;

h_s - геодезик сўриш баландлиги [(4.41) ёки (4.43) формула билан топилади];

$K_{нб}$ - пастки бўёфдаги сув сатҳининг ўзгариши, (дастлабки маълумотлардан олинади);

$h_{нас}$ - насоснинг вертикал ўлчами (6,7,8-иловалар);

$l'_{ов}$ - электродвигател валининг пастки қисми узунлиги (13, б-илова);

h_o - максимал сув сатҳи юқорисидан иншоот баландлигига қўшиладиган захира, $0,8 \div 1,0$ м;

«Қуруқ бўлинмали» бинонинг пастки қисми баландлиги ҳам юқоридагига ўхшаш аниқланади яъни (5.5-расм);

$$H_{n.k} = h_{n.азр} + h'_{нас} + h_s + K_{нб} + h_o ; \quad (5.9)$$

$$H_{n.k,1} = h_{n.азр} + H_{нас} + l'_{ов} ; \quad (5.10)$$

бу ерда, $h_{n.азр}$ - агрегатлар остидаги пойдеворнинг қалинлиги, одатда статик ҳисоблар асосида аниқланади. Бошланғич ҳисоблар учун $h_{n.азр} = 1,5 h_{ной}$ қабул қилинади;

$H_{нас}$, $h'_{нос}$ - насоснинг ўлчамлари (6,7,8-иловалар).

Юқоридаги формулалардан аниқланган $H_{n.k}$ ва $H_{n.k,1}$ қийматларнинг каттаси ҳисоблар учун қабул қилинади. Агар $H_{n.k} > H_{n.k,1}$ бўлса, насос ва электродвигател валлари орасига қўшимча вал ўрнатилади. Аксинча $H_{n.k} < H_{n.k,1}$ бўлса, бу қийматларнинг фарқи h_o миқдorigа қўшиб қўйилади.

«Қурук бўлинмали» бинога горизонтал валли насослар геодезик сўриш баландлиги мусбат ҳолда ўрнатилса (5.7-расм), $H_{н.к.}$ қуйидагича топилади.

$$H_{н.к.} = h_{н.аэp} + h'_{нас} + K_{нб} - h_s + h_o; \quad (5.11)$$

«Блокли» бинонинг эни қуйидаги формулалар билан аниқлаб қўрилади:

$$B_{н.к.} = l_{mp} + l'_{нас} + l_{бур} + a_4 + \delta_{дев}; \quad (5.12)$$

$$B'_{н.к.} = a_3 + l_{нас} + l_{бур} + a_4 + 2\delta_{дев}; \quad (5.13)$$

$$B''_{н.к.} = a_1 + D_{дев} + a_2 + 2\delta_{ю.дев} + 2 \cdot 0,1 \text{ м}; \quad (5.14)$$

бу ерда l_{mp} -сув келтириш трубопроводининг узунлиги, (5.3-расмдан аниқланади);

$l_{нас}, l'_{нас}$ - насоснинг ўлчамлари (6,7,8-иловалар);

a_1, a_2, a_3 - эксплуатацион ўтиш масофалари (5.2-жадвал);

a_4 - йиғиш захираси, 0,3-0,4 м қабул қилинади;

$l_{бур}$ - босимли трубопровод бурилиш қисми узунлиги, баъзи ҳолларда

$l_{бур} = l_{кон}$ (5.5-формула) олинади. Кўпинча $l_{бур} = 0$ қабул қилинади, яъни

насос

трубопроводга бурилишсиз уланиши ҳам мумкин (8-илова).

$\delta_{дев}$ - пастки деворнинг қалинлиги, статик ҳисоблар асосида аниқланади

ёки

конструктив равишда қуйидагича қабул қилинади:

$$\delta_{дев} = (0,1 \div 0,12) (H_{н.к.} - h_{ноу}) \leq 1 \text{ м}; \quad (5.15)$$

Бино ер остки қисми баландлиги $H_{н.к.} \geq 10 \text{ м}$ бўлса, $\delta_{дев} = 1 \text{ м}$ қабул қилиниб, агрегатлар оралиғига қалинлиги $\delta_{б.дев} = 0,3 \div 0,4 \text{ м}$ бўлган қўшимча бўлувчи деворлар ўрнатилади (5.4-расм).

$\delta_{ю.дев}$ - юқоридаги деворнинг қалинлиги, одатда $\delta_{ю.дев} = 0,5 \text{ м}$ яъни икки қишт узунлигига тенг олинади.

0,1 м - юқори ва пастки деворлар қалинликларининг фарқи;

Юқоридаги формулалардан бинонинг ер остки қисми энини энг катта миқдори ҳисоб учун олиниб, бу қиймат бино томини беркитиш учун

қўлланадиган йиғма темир-бетон элементларнинг стандарт ўлчамлари билан боғлаб, қайта топилади:

$$B_{ю.к} = l_{т.см} + 0,25 м \cdot 2 + 0,1 м \cdot 2; \quad (5.16)$$

бу ерда, $l_{т.см} = 6, 9, 12, 18 м$ - темир-бетон тусиннинг (балканинг) стандарт узунлиги (14-илова).

Тўсиннинг стандарт $l_{т.см}$ - узунлигини шундай қийматини қабул қилиш керакки, $B_{ю.к} \geq B_{н.к}$ шарти бажарилиши зарур.

«Қуруқ бўлинмали» бино ер остки қисми эни қуйидагича топилади (5.5-расм):

$$B_{н.к} = l_{нас} + 2l_{ул} + l_{I_{кулф}} + l'_{2_{кулф}} + l_{I_{кон}} + l_{2_{кон}} + 2a_4 + 2 \delta_{\deltaев} \quad (5.17)$$

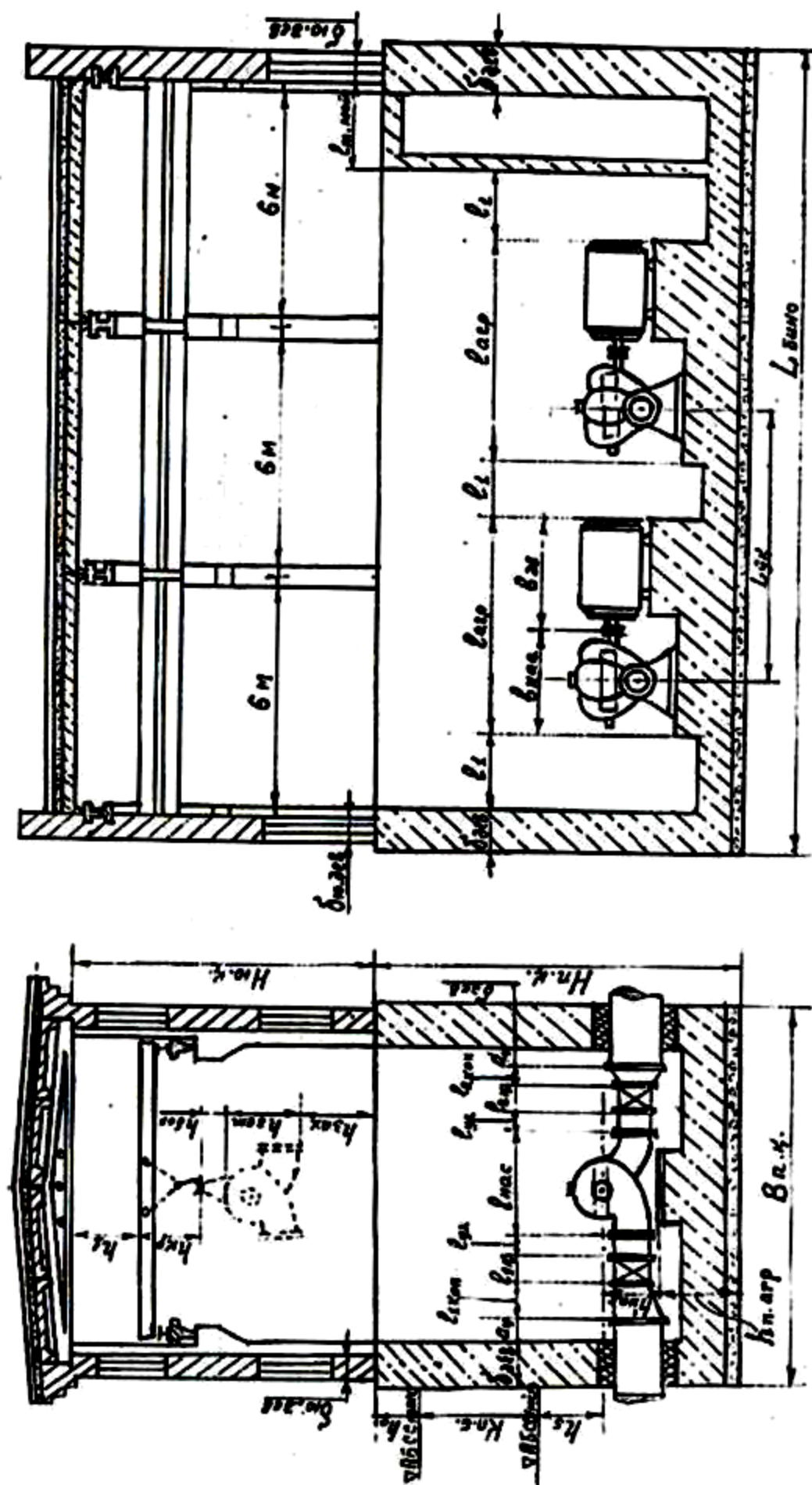
бу ерда, $l_{I_{кулф}}$ ва $l'_{2_{кулф}}$ - насоснинг сўргич ва узаткич қисмларига ўрнатилган сурма қулфаклар узунликлари, (5.6) формула билан топилади.

$l_{I_{кон}}$ ва $l_{2_{кон}}$ - сўриш ва босимли томонлардаги конусларнинг узунликлари [(5.3) ва (5,5) формулалар]

$l_{ул}$ -улама қувурнинг узунлиги, $0,3 \div 0,7 м$ қабул қилинади.

Қолган қўшилувчилар қийматлари аввалги ҳоллардаги каби қабул қилинади.

Юқоридаги (5.17) формуладан топилган $B_{н.к}$ қиймати аввалги ҳолдаги каби (5.14) формула ёрдамида қайта топилиб, (5.16) формула билан йиғма темир-бетон элементларнинг стандарт ўлчамлари билан боғланади.



5.6-расм. “Қурук бўлинмалы” бинонинг ўлчамларини аниқлаш тасвири (“Д” турдаги насослар ўрнатилган)

Эслатма: горизонтал валли насос қўлланганда (5.14) формула билан $B''_{п.к}$ ни ҳисоблашга зарурат бўлмайди (5.6-расм).

Вертикал валли агрегатларнинг ўқлари оралиғидаги масофани аниқлашда қуйидаги ифодалардан топилган унинг энг катта қиймати ҳисоб учун қабул қилинади:

$$L_{\dot{y}к} = e_{нас} + l_1; \quad (5.18)$$

$$L_{\dot{y}к,1} = D_{\dot{d}в} + l_2; \quad (5.19)$$

$$L_{\dot{y}к,2} = B_{тр} + \delta_{уст}; \quad (5.20)$$

ёки агрегатлар оралиғига қўшимча бўлувчи деворлар ўрнатилганда:

$$L_{\dot{y}к} = e_{нас} + 2l_1 + \delta_{б.деев} \quad (5.18 а)$$

бу ерда, $e_{нас}$ ва $D_{\dot{d}в}$ - насос ва электродвигателнинг ўлчамлари, м (6,7,8,13-иловалар);

$B_{тр}$ - ўзгарувчан кесим юзали тирсаксимон сув келтириш трубопроводининг кириш қисмидаги эни (5.3-расм);

$\delta_{уст}$ - сув қабул қилиш бўлинмаси устунининг қалинлиги, 0,6-1 м қабул қилинади ;

l_1 ва l_2 - эксплуатацион ўтиш масофалари (5.2-жадвал).

Горизонтал валли агрегатлар уқлари оралиғидаги масофа қуйидагича топилади.

$$L_{\dot{y}к} = l_{агр} + l_1; \quad (5.21)$$

бу ерда, $l_{агр}$ - насос ва двигател валларининг узунликлари йиғиндиси (6 ва 13 иловалар).

Ҳамма турдаги биноларнинг узунликлари қуйидаги ифода билан топиш мумкин:

$$L_{\text{бино}} = L_{\dot{y}к} (Z_{\dot{y}р} - 1) + l_{агр} + l_{т.май} + 2l_1 + \delta_{деев} + \delta_{ю.деев} + 0,1 \text{ м} \quad (5.22)$$

бу ерда, $Z_{\dot{y}р}$ - бинога ўрнатиладиган агрегатлар сони;

$l_{т.май}$ - таъмирлаш майдончаси узунлиги, $l_{т.май} = 1,5 L_{ук}$ - қабул қилинади.

Вертикал валлни агрегатлар ўрнатиладиган бинолар учун $l_{агр} = e_{нас}$ ёки $l_{агр} = D_{\dot{d}в}$ тенг қабул қилинади.

Бинонинг узунлиги ҳам унинг томини беркитиш учун қўлланадиган йиғма темир-бетон буюмларининг стандарт ўлчамлари билан боғлаб, яъни колонналар қадамини 6 м қабул қилиб, қайта топилади:

$$L_{\text{бино},1} = 6 (Z_{\kappa} - 1) + \delta_{\kappa} + 2\delta_{\text{ю.дес}} + 0,2 \text{ м}; \quad (5.23)$$

бу ерда, δ_{κ} - колоннанинг қалинлиги (14-илова);

Z_{κ} - колонналар сони. Колонналар сонини қабул қилишда $L_{\text{бино},1} \geq L_{\text{бино}}$ шарти бажарилишига эътибор бериш зарур.

Бинонинг юқори қавати баландлиги ҳамма турдаги бинолар учун бир хил усулда қуйидаги ифода билан аниқланади.

$$H_{\text{ю.к}} = H_{\text{ов}} + h_{\text{зах}} + h_{\text{дет}} + h_{\text{бог}} + h_{\text{кран}} + h_1; \quad (5.24)$$

бу ерда, $h_{\text{зах}} = 0,5$ м-ўрнатилган ва кўтариладиган ускуналар деталлари оралиғидаги захира; $h_{\text{дет}}$ - насос ёки двигателнинг энг узун детали ўлчами;

$h_{\text{бог}}$ - боғлагичнинг узунлиги, 0,5-0,7 м қабул қилинади;

$h_{\text{кран}}$ - юк кўтарувчи краннинг вертикал ўлчами, [9] адабиётдан олиш мумкин;

$h_1 \geq 0,2$ м -кран билан том тусини оралиғидаги захира;

$H_{\text{ов}}$ -вертикал валли агрегатлар ўрнатиладиган бинолар учун электродвигателнинг ўлчами (13-илова), «Ер устки» бинолари учун насоснинг ўлчами бўйича яъни $H_{\text{ов}} = H_{\text{нас}} + 0,2$ м тенг ва горизонтал валли агрегатлар ўрнатиладиган «Бўлинмали» бинолар учун $H_{\text{ов}} = 0$ қабул қилинади. Агар агрегатлар, автотранспортга юкланса, $H_{\text{ов}} = h_{\text{авт}}$ яъни автотранспортнинг баландлигига тенг олиниб, (5.24) формула билан бинонинг юқори қисми баландлиги қайта аниқланади.

Юқоридаги (5.24) формула билан топилган $H_{\text{ю.к}}$ баландликка яқинроқ қуйидаги стандарт баландликлардан бири лойиҳа учун қабул қилинади: осма кранли бинолар учун 3; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6м, кўприксимон кранли бинолар учун 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 11,2; 12,6; 14,4; 16,2; 18 м.

Бинонинг ер остки қисми қуйма ёки йиғма темир-бетон буюмлардан тайёрланади. Бунинг учун белгиси БМ-150, сув ўтказмаслиги В-4, ва совуққа

чидамлилиги МРЗ - 50 дан юқори бўлган гидротехник бетон қўлланилади. Сув сизиб киришига қарши бино деворига ташқи томондан битум суркалиб, ички томондан цемент қоришмаси билан сувалади ва намликка чидамли буёқ билан пардозланади.

«Блокли» бинога бетон қурилиш ишларини бажарилиш технологияси ҳамда иссиқлик шароитлари бўйича блоklarга бўлиб қўйилади. Станция биноларининг ер остки қисми гидротехника иншооти тарзида таъсир қилувчи кучлар бўйича мустаҳкамликка, чидамлилика ва турғунликка текшириб қўрилади. Бинонинг ер устки қисми йиғма темир-бетондан синчли ёки синчсиз тузилишда бўлиши мумкин. Агар ўрнатиладиган ускуналарнинг энг оғир детали 5т дан ортиқ бўлса, у ҳолда бино йиғма темир-бетондан синчли тузилишда лойиҳаланади ва уларни оралиғи икки гишт ўлчамида тўлдирилади. Бошқа ҳолларда ер устки қисми деворлари синчсиз гишtdан бажарилиб, юк кўтариш крани йўли ўрнатиш учун гишtdан ички буртма шаклида таянчлар қурилади. Ер устки қисмига умумий юзаси полнинг юзасидан $1/3 \div 1/5$ қисмда деразалар ўрнатилади. Бинонинг томи йиғма темир-бетон балка ва плита билан беркитилиб, иссиқлик сақловчи қоплама (керамзит), цемент қоришма, сув ўтказмайдиган қоплама (рубероид ва сақич) билан мустаҳкамланади.

Бинонинг ер устки ва ер остки қаватлари оралиғидаги тўсиқ йиғма ёки қуйма темир-бетондан тайёрланади. Бу оралиқ тўсиқка иморатга кўндаланг асосий балкалар, уларга перпендикуляр иккинчи даражали балкалар ўрнатилиб, плиталар билан қопланади ва вертикал валли двигателлар учун таянч бўлиб хизмат қилади. Юқори қувватли двигателлар учун ($N_{\text{дв}} \geq 5000 \text{ кВт}$) улар тагига қўшимча таянч колонналари ўрнатилади.

Пастки ер ости қаватига тушуш учун қиялиги 1:2 ёки 1:1,5 ва эни $b=0,8 \div 2,2 \text{ м}$ ўлчамда зинопоялар ҳамда зарур жойларга хизмат кўприкчалари қурилиши зарур. Юқори кучланишли ($U=6-10 \text{ кВ}$) насос станцияларда 1, 2 ва 4 секцияли электр тақсимлаш қурилмалари ўрнатиладиган алоҳида қўшимча бино қурилади.

5.4. Сув олиш иншоотлари

Сув олиш иншоотлари тузилиши бўйича икки хил бўлади: берк ва очик. Дарёдан ва сув омборидан сув олишда сув келтириш канали куришга эҳтиёж бўлмаган ҳолларда берк турдаги сув олиш иншооти қўлланиб, у қирғоққа жойлаштирилади (5.7-расм). Сув келтириш канали куриш зарур бўлганда аванкамера орқали боғланувчи очик турдаги сув олиш иншооти қўлланади (5.8-расм). Сув олиш иншооти деворлар билан бўлинмаларга бўлиниб, уларнинг сони ўрнатиладиган насослар сонига тенг олинади.

Берк сув олиш иншоотининг ўлчамларини аниқлаш қуйидаги тартибда амалга оширилади [32,34,35,36,37]. Насосларнинг геодезик сўриш баландлиги мусбат бўлган ҳолларда бўлинманинг минимал узунлиги (5.7- расм):

$$L_{\text{бул}}^{\min} = \frac{KQ_x}{B_{\text{бул}}(h_1 + h_2)}; \quad (5.25)$$

бу ерда, Q_x - ҳар бир насоснинг ҳисобий сув ҳайдаши;

$B_{\text{бул}}$ - бўлинманинг эни, $B_{\text{бул}}=(2,0 \div 2,5) D_{\text{кир}}$ қабул қилинади;

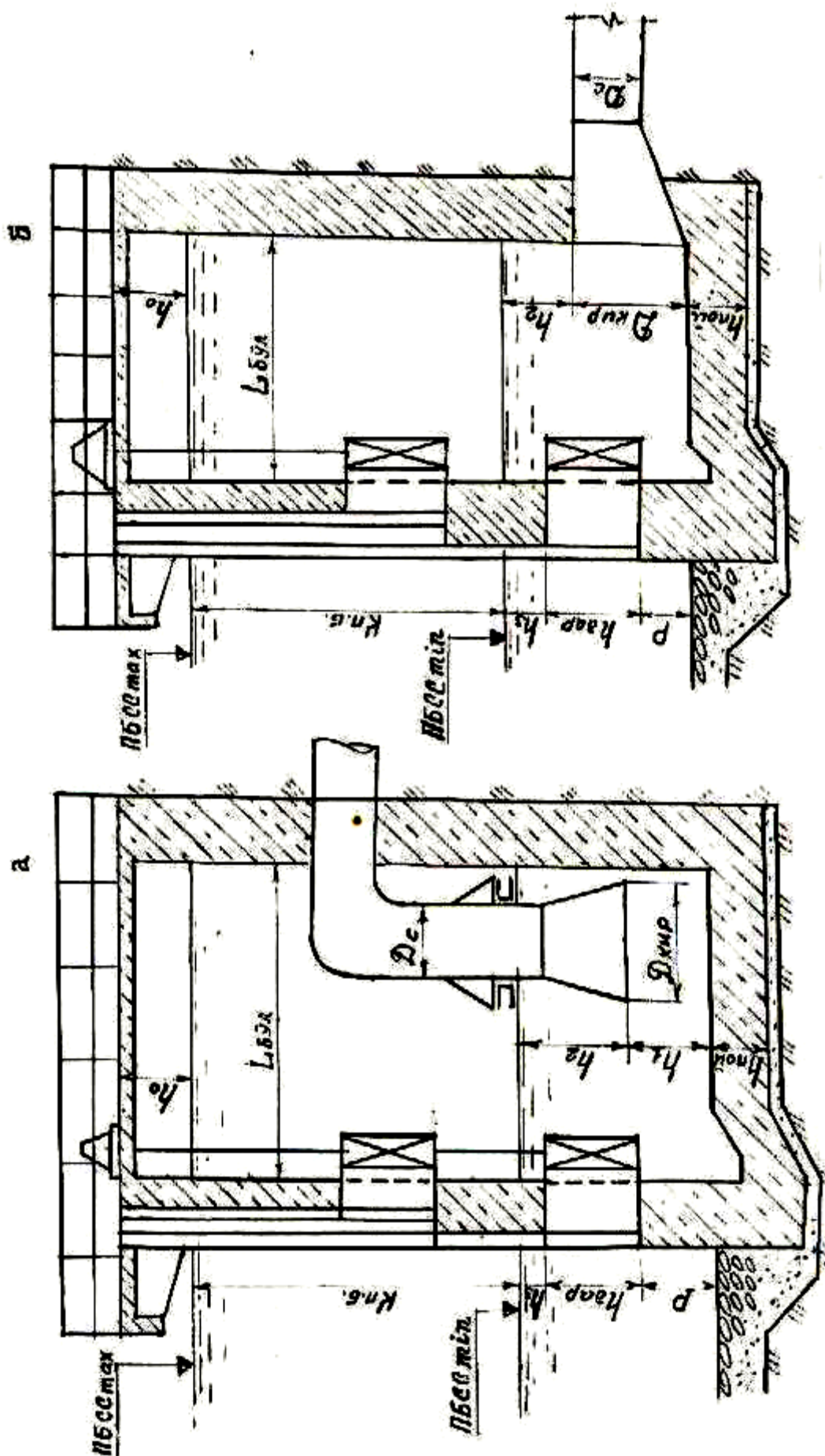
h_1 - бўлинманинг тубидан трубопроводнинг кириш қисмигача бўлган масофа, $h_1=(0,8 \div 1,0) D_{\text{кир}}$ олинади;

$D_{\text{кир}}$ - сўриш трубопроводининг кириш қисми диаметри (5.1-формула билан $V_{\text{кир}}=0,8 \div 1 \text{ м/с}$ қабул қилиб аниқланади);

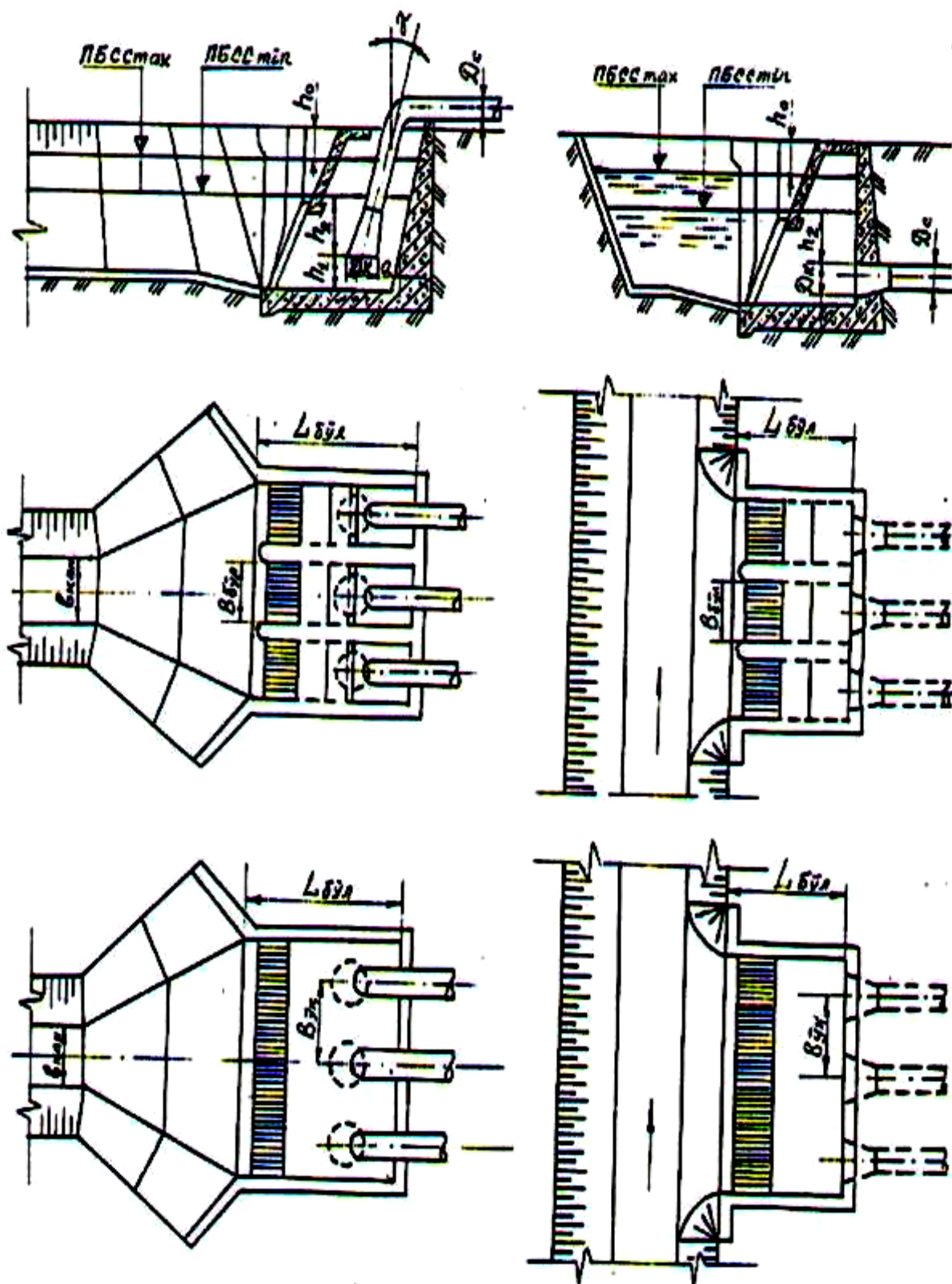
h_2 - трубопроводнинг кириш қисмини минимал сув сатҳига ботирилиши, $h_2=(1,0 \div 2) D_{\text{кир}} \geq 0,5 \text{ м}$ қабул қилинади;

K - секундига сув алмашиш коэффиценти. Агар $Q_x \leq 0,5 \text{ м}^3/\text{с}$ бўлса,

$K=25-30$, агар $Q_x > 0,5 \text{ м}^3/\text{с}$ бўлса, у ҳолда $K=15-20$ тенг. (Бу қийматларнинг каттаси ўқий насослар учун, кичиги марказдан қочма насослар учун қабул қилинади).



5.7-расм. Қирғоққа жойлаштырыладиган берк турдағы сув олиш иншооти:
а-насоснинг геодезик сўриш баландлиги мусбат ҳолда;
б-насоснинг геодезик сўриш баландлиги манфий бўлган ҳолда;



5.8-расм. Очиқ турдаги сув олиш иншооти:

а-насоснинг геодезик сўриш баландлиги мусбат бўлган ҳолда;

б-насоснинг геодезик сўриш баландлиги манфий бўлган ҳолда;

Сув олиш иншоотининг умумий қурилиш баландлиги қуйидагича топилади:

$$h_{куп} = h_{ной} + P + h_{дарч} + h_3 + K_{нб} + h_o; \quad (5.26)$$

ёки

$$h_{куп} = h_{ной} + h_1 + h_2 + K_{нб} + h_o; \quad (5.27)$$

бу ерда $h_{ной}$ - пойдеворнинг қалинлиги бўлиб, замини табиий ҳолда қуриладиган иншоотлар учун $h_{ной} = 2$ м олинади;

P - остонанинг баландлиги, $P = 0,5 \div 1,5$ м;

h_3 - пастки дарчанинг минимал сув сатҳидан ботирилиши, $h_3 \geq 0,3 \div 0,4$ м;

$K_{нб}$ - манбадаги сув сатҳининг ўзгариши, ($K_{нб} = \nabla ПБСС_{max} - \nabla ПБСС_{min}$);

h_o - максимал сув сатҳига нисбатан иншоотнинг баландлигига қўшиладиган захира, $h_o = 0,5 \div 1,0$ м қабул қилинади ;

$h_{дарч}$ - дарчанинг баландлиги.

Юқоридаги (5.26) ва (5.27) формулалардаги бўлинманинг минимал чуқурлиги ташқи ва ички томонида тенг бўлиши шарт яъни:

$$h_{min} = h_1 + h_2 = P + h_{дарч} + h_3 \quad (5.28)$$

Дарчанинг кесим юзаси ундаги тезлик $V_{дарч} = 0,5 \div 0,7$ м/с қабул қилиб топилади:

$$\omega = \frac{Q_x}{V_{дарч}}; \quad (5.29)$$

Дарчанинг эни баландлигига нисбатан каттароқ олинади, яъни $v = 1,25$ h

Бўлинма устунлари ва деворлари қалинликлари:

$$0,4 \leq \delta = 0,1(h_{куп} - h_{ной}) \leq 0,8 \text{ м}; \quad (5.30)$$

Каналларга қуриладиган очик турдаги сув олиш иншоотининг (5.8-расм) узунлигини топишда (5.25) формуладаги қийматлар қуйидагича қабул қилинади [9,37]:

$$h_1 = (0,7 \div 0,8) D_{куп}; \quad h_2 = (0,8 \div 1) D_{куп} \geq 0,5 \text{ м}; \quad B_{бул} = (1,1 \div 1,3) D_{куп};$$

«Блокли» турдаги станция биноси қўлланганда $h_1 = h_{куп}$, $B_{бул} = B_{куп}$, $h_2 = (0,6 \div 0,8) h_{куп} \geq 0,5$ м яъни бўлинманинг ўлчамлари сув келтириш

трубопроводининг кириш қисми баландлиги $h_{кир}$ ва эни $B_{кир}$ билан боғланади (5.3-расм).

Сўриш трубопроводлари горизонтал жойлаштириладиган ҳар қандай турдаги станция бинолари учун берк ёки очик сув олиш иншоотини лойиҳалашда $h_1=D_{кир}$ ва $h_2=(0,6÷0,8)D_{кир} ≥ 0,5$ м қабул қилиниб, h_2 нинг қиймати насосларнинг геодезик сўриш h_s баландлигига боғлиқ равишда чизмада аниқланади (5.8,б-расм).

Сув қабул қилиш бўлинмаларининг ҳақиқий натижавий узунлигини аниқлашда хизмат кўприкчалари ($в=1÷1,2$ м), тўсиш ва таъмирлаш дарвозолари учун ўйилмалар ($в=0,15÷0,2$ м), қиялиги $α=70-80^{\circ}$ бўлган хас-чўп тўсувчи панжаранинг ўлчамларини, сўриш трубопроводи вертикал жойлаштириладиган ҳолларда унинг диаметрини ($D_{кир}+0,4$ м) эътиборга олиниши лозим.

Каналлардан сув олишда сув қабул қилиш бўлинмалари билан сув келтириш канали тубининг нишоблиги $i=0,2$ ва кенгайиш бурчаги $α=30-45^{\circ}$ бўлган аванкамера орқали боғланади (5.8,а - расм).

Сув олиш иншооти ва насос станция биносини ўзаро боғлашда қуйидагиларни эътиборга олиш зарур:

1) «Блокли» бинолар ҳар доим сув олиш иншооти билан бирлаштирилган ҳолда қурилади (5.9-расм).

2) «Бўлинмали» биноларда энг чеккадаги насосларнинг ўқлари чеккадаги сув олиш бўлинмалари ўқларига мос тушганда бирлаштирилган ҳолда қурилади. Акс ҳолда насосларнинг сўриш трубопроводлари $α≤45^{\circ}$ бурчак остида алоҳида қуриладиган сув олиш иншооти билан боғланади.

3) «Ер устки» бинолари ҳар доим сув олиш иншоотидан алоҳида ҳолда қурилади ва сўриш трубопроводлари $α≤45^{\circ}$ остида ўрнатилади.

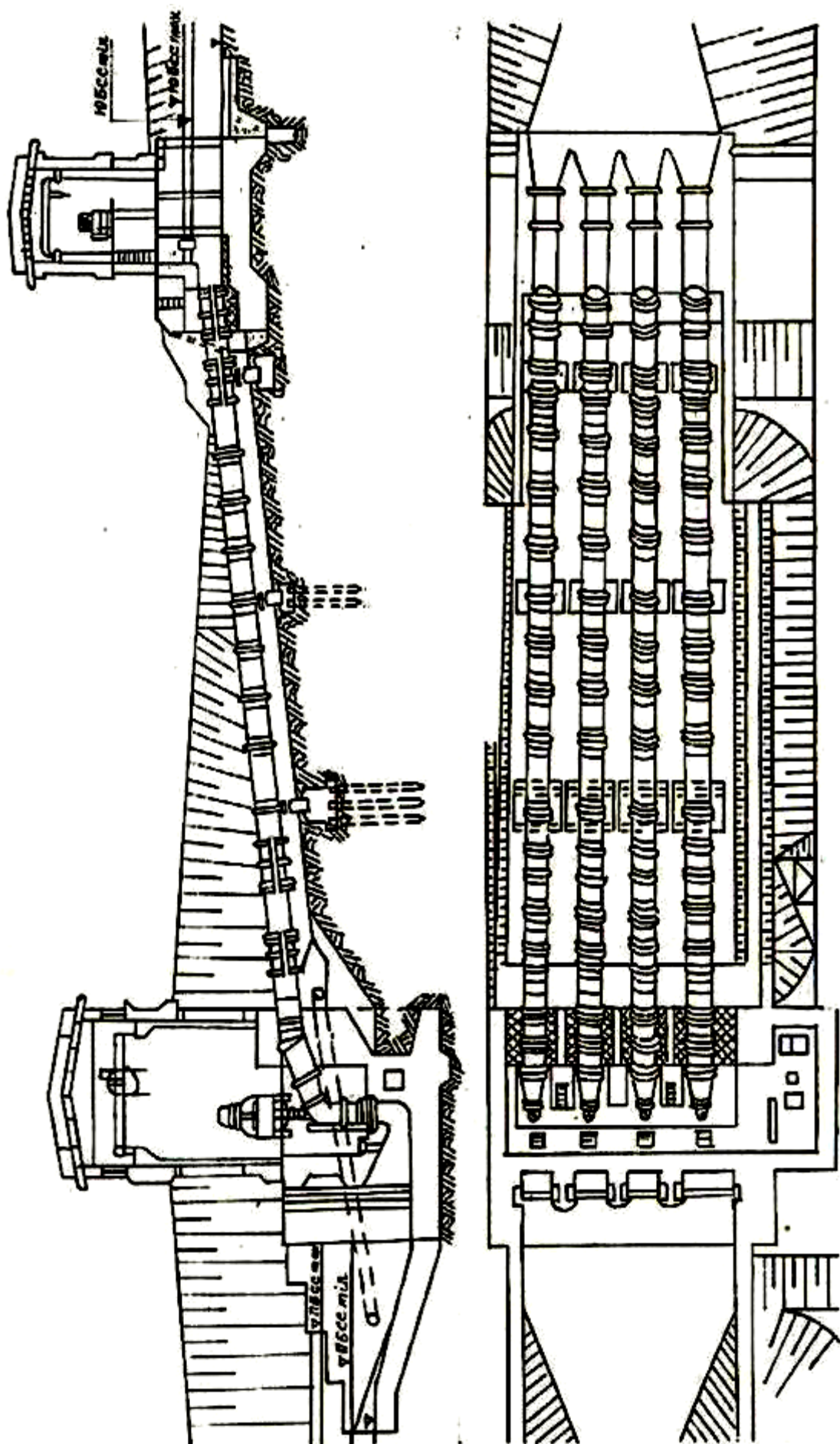
5.5. Насос станцияларининг ёрдамчи асбоб-ускуналари

Ёрдамчи асбоб-ускуналар иншоотлар ва асосий асбоб-ускуналарнинг бир меъёрга ишлашини таъминлайди. Буларга ёрдамчи насос қурилмалари (вакуум-насос, қуритиш насоси, дренаж-насоси, лойқа чиқариш насоси, мойбосим насоси, ёнғинга қарши насос ва ҳ.к.), юк кўтаргич, пневматик, шамоллатгич ва иситгич ускуналари, назорат-ўлчов асбоблари, ҳамда автоматика ва алоқа жиҳозлари киради [9].

5.5.1. Юк кўтаргич ускуналар

Бинонинг ичига ўрнатиладиган юк кўтаргич ускунасининг (кран) тури насос агрегатининг энг оғир детали массаси ва краннинг балкаси узунлиги бўйича танлаб олинади [9].

Юкнинг массаси $G \leq 1\text{ т}$ бўлса, қўзғалмас балкали қўлда бошқариладиган тал қабул қилинади. Юкнинг массаси $G \leq 5\text{ т}$ ва кўтариш баландлиги $3 \div 6\text{ м}$ бўлса, осма кулда бошқариладиган бир тусинли, кўтариш баландлиги $6 \div 18\text{ м}$ бўлса, электрлашган кран ўрнатиш тавсия этилади. Массаси $G > 5\text{ т}$ юкларни кўтариш учун умумий аҳамиятга эга бўлган кўприксимон кранлар қўлланилади.



5.9-расм. Насос станциянинг умумий бўйлама кесими ва режаси

5.5.2. Вакуум-насос қурилмалари

Геодезик сўриш баландлиги мусбат бўлган асосий насос агрегатларини юргизишдан аввал уларни сувга тўлдириш учун иккита вакуум-насос қурилмалари ўрнатилиши зарур (биттаси захира).

Вакуум-насоснинг ҳаво сўриши қуйидаги ифода билан топилади:

$$q = \frac{W}{t}; \text{ м}^3/\text{мин} \quad (5.31)$$

бу ерда: W -сўриш трубопроводи, насос ва босимли сурма қулфакгача ҳаво ҳажмлари йиғиндиси, м^3 ;

t - сувга тўлдириш вақти ($t \leq 15$ мин)

Ҳаво сўриши q бўйича РМК, ВВН, ДВВН турдаги вакуум насослар қабул қилинади [9].

5.5.3. Қуритиш насос қурилмалари

«Блокли» ва «бўлинмали» биноларнинг сўриш трубопроводлари ва сув қабул қилиш бўлинмаларидан сувни чиқариб ташлаш учун қуритиш насослари қўлланилади. Кўп ҳолларда бу насослар дренаж насослари вазифасини ҳам ўтайдилар.

Ҳар бир қуритиш насосининг сув ҳайдаши ва босими қуйидаги формулалар билан аниқланади:

$$Q_{\text{куп}} = \frac{W_1}{n_1 t} + \frac{q_1}{n_1}; (\text{м}^3/\text{с}) \quad (5.32)$$

$$H_{\text{куп}} = 1,1 H'_z$$

бу ерда, W_1 - чиқариб ташланадиган сув ҳажми йиғиндиси, м^3 ;

n_1 - қуритиш насослар сони, ($n_1 \geq 2$);

q_1 - дарвоза ва шандорларнинг зичлаш қисмларидаги оқимчалар,

ҳар 1 м зичлаш масофасига $0,5 \div 1$ л/с қабул қилинади;

t - сув чиқариб ташлаш вақти ($5 \div 8$ соат);

H'_z - дренаж қудуғидаги минимал сув сатҳидан пастки бўёқдаги

максимал сув сатҳигача бўлган геодезик баландлик.

Қуритиш насослари учун марказдан қочма (К, ЭЦВ) ёки уюрмали насослар қабул қилиниши мумкин.

Сув қабул қилиш бўлинмаларидаги чўкинди ва лойқаларни чиқариб ташлаш учун фекал ёки оқимчали насослар қўлланилади. Бундан ташқари ёнғинга қарши ва мой босим насослари ҳам ўрнатилади [9].

5.6. Босимли трубопроводлар

Сув хўжалиги ва мелиоратив насос станцияларида асосан пўлат, асбестоцемент, темир-бетондан тайёрланган трубопроводлар қўлланилади [9,31].

Узунлиги 400 м дан ортиқ бўлган трубопроводлар гидравлик зарб кучига текшириб кўрилади. Гидравлик зарб кучини камайтириш учун суюқлик оқимининг узулиш эҳтимоли бўлган нуқталарига ҳаво киритиш қопқоғи ёки сув киритиш идишлари ўрнатилади.

Пўлат трубопроводлар диаметри $D \leq 1,5$ м бўлганда юмшоқ тупроқ ёки қум тўкилган хандаққа ётқизилади ва устидан $0,8 \div 1$ м қалинликда тупроқ билан кўмилади. Тупроққа кўмиладиган пўлат трубопроводлар занглашга қарши битум ва гидроизоляция қопламалари билан ўралиши лозим. Диаметри $D > 1,5$ м бўлган пўлат трубопроводлар ер устида очик ҳолда таянчларга ўрнатилади (5.9-расм). Трубопроводнинг бурилиш нуқталарига ва тўғри чизиқли қисмида ҳар 150-200 м масофага анкер таянчлари лойиҳаланади. Анкер таянчлари ўрталарида $l = (4 \div 7) D$ тр масофада оралиқ таянчлари жойлаштирилади. Анкер таянчлари олдида трубопроводга компенсаторлар ўрнатилади.

Таянчларнинг чидамлигини таъминлаш мақсадида трубопроводларнинг қиялиги қуйидагича қабул қилинади:

- соғ тупроқ ва шағал учун $i \leq 1:3$;
- қум учун $i \leq 1:5$;
- қоя тошлар учун $i \leq 0,1$;

Темир-бетон трубопроводлар куйма ёки йиғма бўлиб, ер ости хандақларига ширасиз бетондан тайёрланган замин устига ётқизилади ва устидан 0,8 м қалинликда тупроқ туқилади. Йиғма темир-бетон трубопроводлар бир-бирига киришма кўринишда тайёрланиб, чокларига резина халқа ўрнатилади.

Асбестоцемент трубопроводлар икки қиррали асбестоцемент муфталар ($P \leq 3 \text{ атм}$) ёки чўян лаппакли муфталар ($P = 3 \div 12 \text{ атм}$) ёрдамида уланиб, чоки резина халқа билан зичланади.

Бу трубопроводлар қум тўкилган хандақ ичига ётқизилади ва устидан $0,7 \div 0,8 \text{ м}$ тупроқ билан кўмилади.

5.6.1. Трубопровод сонини танлаш

Босимли трубопроводлар сони уларнинг узунлигига ва ўрнатиладиган агрегатлар сонига боғлиқ бўлиб, қуйидагича танлаш тавсия этилади:

а/ узунлиги $l_{mp} \leq 200 \text{ м}$ бўлганда трубопроводлар сони ўрнатиладиган агрегатлар сонига тенг олинади яъни $Z_{mp} = Z_{нас}$.

б/ узунлиги $l_{mp} > 200 \text{ м}$ бўлса, трубопроводлар бирлаштирилади, лекин ҳар бирига учтадан ортиқ насос улаш тавсия этилмайди ва трубопроводларнинг минимал сони иккита қабул қилинади, яъни

$$Z_{mp} = \frac{Z_{нас}}{3} \geq 2 \quad (5.33)$$

в/ сув ҳайдаши оз ($Q < 3 \text{ м}^3/\text{с}$) ва агрегатлар сони учтадан кам бўлган насос станциялар учун битта трубопровод қабул қилиш рухсат этилади.

5.6.2. Трубопроводнинг материални танлаш

Трубопроводнинг materiali унинг ҳисобий босими ва диаметрига боғлиқ ҳолда танлаб олинади [9,32].

Дастлабки тахминий диаметр қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$D_{тахм} = (0,7 \div 0,8) \sqrt{q_{mp}} ; \quad (5.34)$$

бу ерда, q_{mp} - трубопроводнинг ҳисобий сув сарфи. Ҳар бир насос алоҳида трубопроводга сув ҳайдаса, у ҳолда $q_{mp} = Q_x$ бўлади.

Агар насослар умумий трубопроводга уланса, трубопроводнинг ҳисобий сув сарфи қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$q_{mp} = \frac{1}{Z_{mp}} \cdot \sqrt{\frac{\sum (Q_i^3 t_i)}{\sum t_i}}; \quad (5.35)$$

бу ерда, Q_i - насос станциясининг t_i даврлардаги сув ҳайдашлари қийматлари, (4.4-расмдаги сув истеъмоли графигидан олинади);

Трубопроводнинг ҳисобий босими қуйидагича топилади:

$$H_{mp} = H_x + \Delta H \quad (5.36)$$

бу ерда, H_x - насоснинг ҳисобий босими, м;

ΔH - гидравлик зарб ҳисобига босимнинг ортиши, м;

Узунлиги $l_{mp} > 150$ м бўлган трубопроводлар учун гидравлик зарб ҳисобига босимнинг ортиши қуйидагича топилади:

$$\Delta H = \frac{a V_0}{g}; \quad (5.37)$$

бу ерда, V_0 - трубопроводдаги оқимнинг бошланғич тезлиги, м/с;

a - зарб тўлқинининг тарқалиш тезлиги, м/с.

Пўлат ва темир-бетон трубопроводлар учун: диаметри $D_{mp} = 100-600$ мм бўлса, $a = 600-800$ м/с, диаметри $D_{mp} > 600$ мм бўлса, $a = 800-1000$ м/с қабул қилиш мумкин. Асбестоцемент трубопроводлар учун бу қийматлар 0,6 коэффициентга кўпайтирилади [32].

Трубопроводнинг материални танлашга қуйидаги тавсиялар берилади:

1) асбестоцемент материал: ҳисобий босими $H_{mp} \leq 120$ м, ва диаметри $D = 0,1 \div 0,5$ м бўлганда;

2) йиғма темир-бетон материал-ҳисобий босими $H_{mp} < 150$ м ва диаметри $D > 0,5 \div 1,6$ м бўлганда;

3) қуйма темир-бетон материал: ҳисобий босими $H_{mp} \leq 50$ м ва диаметри $D > 1,6$ м бўлганда;

4) пўлат материал: ҳар қандай босим учун ва турли диаметрларда тайёрланади. Лекин босими $H_{mp} > 100$ м ва диаметри $D > 1,5$ м бўлган ҳолларда қўллаш тавсия этилади.

5.6.3. Босимли трубопроводнинг иқтисодий мақбул диаметрини танлаш

Иқтисодий мақбул диаметрни аниқлаш вариантларни техник-иқтисодий таққослаш усули билан амалга оширилади. Бунда асосий мезон қуйидаги формула билан топиладиган келтирилган ҳаражатлар ҳисобланади:

$$K_{\kappa.x} = K + \mathcal{E} \cdot T_0 \quad (5.38)$$

бу ерда, K - 1 н.м. трубопроводнинг қурилиш баҳоси;

$\mathcal{E}$ - йиллик эксплуатация ҳаражатлари;

T_0 - сарфланган маблағнинг меъёрий қопланиш муддати ($T_0 = 8 \div 10$ йил)

Иқтисодий мақбул диаметрни ҳисоблаш 1 н.м узунликдаги трубопровод учун 5.3-жадвалда бажариш қулай бўлади ва қуйидаги тартибда амалга оширилади [9,31,32].

Юқоридаги (5.34) формула билан топилган диаметрдан кичик ва катта 4-5 та қийматлар берилади ва буларнинг 1 н.м учун K -қурилиш баҳолари 15-иловадан кўчириб ёзилади.

Трубопроводдаги сувнинг тезлиги:

$$V = \frac{4q_{mp}}{\pi D_{mp}^2} \text{ м/с}; \quad (5.39)$$

Шези коэффиценти

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}; \quad (5.40)$$

бу ерда, R - гидравлик радиус $\left(R = \frac{D_{mp}}{4} \right)$

n - ғадир-будирлик коэффиценти, металл учун $n = 0,011 \div 0,013$, асбестоцемент учун $n = 0,013 \div 0,015$, темир-бетон учун $n = 0,015 \div 0,017$ қабул қилинади.

5.3-жадвал

Иқтисодий мақбул диаметрни ҳисоблаш

Д _{тр}	К, сўм	V, м/с	R, м	C	Δh, м	Е квт.соат	П, сўм	А, сўм	Э, сўм	К _{к.х} , сўм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$D_{ик}$										$K_{к.х}^{min}$

Трубопроводнинг l н.м узунлигидаги гидравлик қаршилиги

$$\Delta h = il = i = \frac{V^2}{C^2 R} ; (м) \quad (5.41)$$

Йўқотиладиган энергия миқдори

$$\Delta E = \frac{9,81 q_{mp} \Delta h}{\eta_n \eta_{\partial в}} \cdot T_x ; (квт.соат) \quad (5.42)$$

бу ерда, η_n ва $\eta_{\partial в}$ - насос ва электродвигателнинг Ф.И.К. лари

Трубопроводлар сони $Z_{mp} < Z_{нас}$ бўлса, $T_x = (t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n) 24 соат$ олинади. Агар трубопроводлар сони насослар сонига тенг $Z_{mp} = Z_{нас}$ бўлса,

$$T_x = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}{Z_{нас}} \cdot 24, (соат); \quad (5.43)$$

бу ерда, $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ - насос станциянинг иш даврлари (сутка);

$Z_{нас}$ - асосий насос агрегатлари сони.

Йўқотиладиган энергия ҳаражатлари:

$$П = \Delta E \cdot S; (сўм) \quad (5.44)$$

бу ерда, S - 1 квт.соат энергиянинг баҳоси, сўм.

Қайта тиклаш ва таъмирлаш учун ажратиладиган ҳаражатлар

$$A = a \cdot K; \quad (5.45)$$

бу ерда, a - қайта тиклаш ва таъмирлаш учун ажратма фоизи, пўлат трубопровод учун $a=4,75\%$, темир-бетон учун $a=3,75\%$, асбестоцемент учун $a=7,5\%$.

Йиллик эксплуатация ҳаражатлари

$$\Xi = \Pi + A \quad (5.46)$$

Жадвал охиридаги келтирилган ҳаражатларнинг минимал миқдори $K_{к.х}^{\min}$ га тўғри келувчи энг мақбул иқтисодий диаметр $D_{ик}$ лойиҳа учун қабул қилинади. Босимли трубопроводнинг оптимал диаметрини аниқлашни компьютер дастури асосида бажариш бўйича намунавий масала 5-боб охирида келтирилган.

5.7. Сув чиқариш иншоотлари

Сув чиқариш иншооти босимли трубопроводларни сув қабул қилиш манбаси билан боғлаб турувчи иншоот бўлиб, қуйидаги талаблар асосида лойиҳаланади [9,32,38]:

а/ насос агрегатлари тўхтаб қолганда, ёки трубопроводлар ёрилган пайтда сувни тескари оқимини тўхтатиши;

б/ оқимни ортиқча энергиясини сўндириб, қабул қилувчи манбага уни силлиқ чиқариши;

в/ насосларни юргизиш осон бўлиши ва трубопроводларни сувдан бўшатишда ҳаво киритиш имкониятини бериши;

г/ мустаҳкамлиги ва чидамлилиги юқори, ҳамда эксплуатацияси қулай бўлиши

Оқимни тескари ҳаракатига йўл қўймаслик хусусияти бўйича сув чиқариш иншоотлари қуйидаги турларга бўлинади:

1) механик қулфакли сув чиқариш иншооти. Бундай иншоот юқори бўефдаги сув сатҳи ўзгариши ҳар қандай чегарада бўлганда ҳам қўлланиши мумкин;

2) сифонли сув чиқариш иншооти. Бу иншоотни қўллашда юқори бўёфдаги сув сатҳи ўзгариши ҳаво киритиш қопқоғини турига асосан чегараланади.

3) шовва-деворли сув чиқариш иншооти-юқори бўёфдаги сув сатҳи ўзгариши 0,3 м гача бўлганда қўлланилади.

Суғориш тизими насос станцияларида механик қулфакли ва сифонли сув чиқариш иншоотлари кенг қўлланилади (5.10 ва 5.11-расмлар).

5.7.1. Механик қулфакли сув чиқариш иншоотларининг ҳисоби

Трубопроводнинг чиқиш қисми диффузори диаметри

$$D_{\text{диф}} = (1,1 \div 1,2) D_{\text{ук}}; \quad (5.47)$$

Чиқишдаги сувнинг тезлиги

$$V_{\text{чик}} = \frac{4Q_{\text{мин}}}{\pi D_{\text{диф}}^2}; \quad (5.48)$$

Трубопроводнинг чиқишдаги диффузори кенгайиш бурчаги $\theta^\circ = 8-10^\circ$ олинади

Диффузорнинг юқори қисмини минимал сув сатҳидан ботирилиши

$$a = (4 \div 5) \cdot \frac{V_{\text{чик}}^2}{2g} \geq 0,2 \text{ м}; \quad (5.49)$$

Диффузорнинг пастки қисмидан иншоот тубигача масофа $C=0,2 \text{ м}$ қабул қилинса, сўндириш қудуғининг минимал чуқурлиги

$$H_{\text{мин}}^{\text{куд}} = a + D_{\text{диф}} + C; \quad (5.50)$$

Қудуқ остонасининг баландлиги

$$h_p = H_{\text{мин}}^{\text{куд}} - h_{\text{мин}}^{\text{кан}}; \quad (5.51)$$

Қудуқнинг максимал чуқурлиги

$$H_{\text{макс}}^{\text{куд}} = h_p + h_{\text{макс}}^{\text{кан}}; \quad (5.52)$$

бу ерда, $h_{\text{мин}}^{\text{кан}}$, $h_{\text{макс}}^{\text{кан}}$ - машина каналининг минимал ва максимал чуқурликлари, (4.2-расмдаги каналнинг $Q=f(h)$ графигидан олинади).

Иншоот деворининг максимал сув сатҳидан юқори қисми баландлиги $t=0,3 \div 0,6$ м олинади. Босимли ҳавза ҳар бир бўлинмаси эни

$$B_{бул} = D_{диф} + 2e; \quad (5.53)$$

Босимли ҳавзанинг умумий эни

$$B_{хав} = B_{бул} \cdot n + \delta_{уст} (n - 1); \quad (5.54)$$

бу ерда, e - устундан диффузоргача қолдириладиган захира ($e=0,2 \div 0,3$ м) ;

n - босимли трубопроводлар сони;

$\delta_{уст}$ - бўлувчи устуннинг қалинлиги ($\delta_{уст}=0,6$ м).

Босимли ҳавза қудуғининг узунлиги

$$L_{куд} = l_1 + l_2 = (2 \div 3) D_{диф} + 5h_p; \quad (5.55)$$

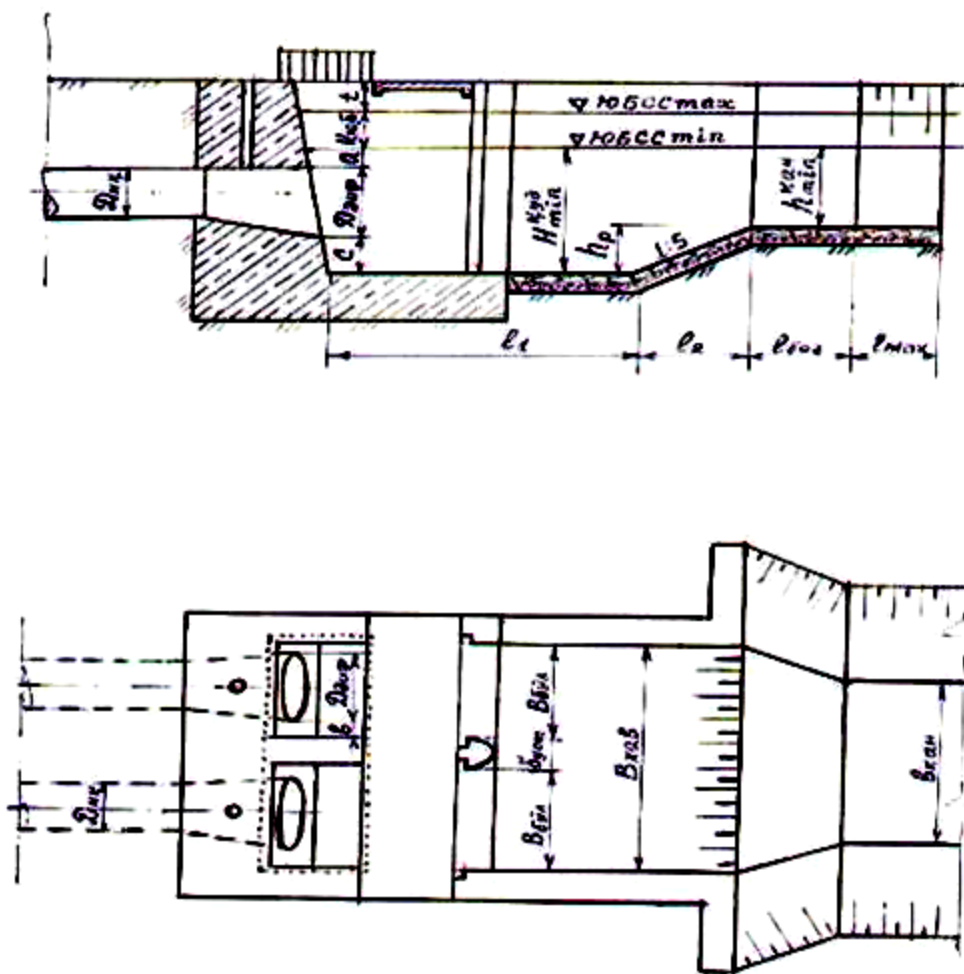
Иншоотнинг ёнидаги деворлари қалинлиги $0,4-0,6$ м, орқа девори қалинлиги $0,6-0,8$ м, ва пойдевори $0,8 - 1,0$ м қабул қилинади.

Ҳавзанинг эни $B_{хав}$ машина канали эни $e_{кан}$ дан катта бўлса, улар режада $\beta=35 \div 40^\circ$ бурчак билан боғланади. У ҳолда боғланиш масофаси қуйидагича топилади:

$$l_{бог} = \frac{B_{хав} - e_{кан}}{2 \cdot \operatorname{tg} \beta / 2}; \quad (5.56)$$

Машина каналининг бошланиш қисми ювилишига қарши $l_{мах} = (4 \div 5) h_{мах}^{кан}$ - масофада ҳарсанг тош ёки бетон билан маҳкамланади.

Насослар тўсатдан тўхтаб қолган ҳолларда сувни тескари оқимиغا йўл қўймаслик мақсадида қуйидаги механик қулфаклардан фойдаланилади:



5.10-расм. Механик кулфакли сув чиқариш иншооти

- диффузорнинг диаметри $D_{\text{диф}} \leq 1,2$ м бўлса, оддий бир лаппакли ёпқич-копқоқ қўлланилади;
- диффузорнинг диаметри $D_{\text{диф}} = 1 \div 2$ м бўлса, эксцентрик горизонтал ўқли бир ёки кўп лаппакли дроссел - копқоқлар қўлланилади;
- диффузорнинг диаметри $D_{\text{диф}} > 2$ м бўлса, автоматик амалли ясси ёки сегмент дарвозалар қўллаш тавсия этилади.

5.7.2. Сифонли сув чиқариш иншооти ҳисоби

Трубопроводдан сув ҳайдалганда сифон тўла вакуум шароитида ишлайди, бунинг учун унинг бўғизи максимал сув сатҳидан $\delta \geq 0,2$ м юқорига ўрнатилади (5.11-расм). Сифонли иншоотларда механик кулфакларга зарурат бўлмайди, чунки сифоннинг елка қисмига ўрнатиладиган копқоқ ёрдамида

ҳаво киритилиб, вакуум йўқотилади ва оқимнинг тескари ҳаракати тўхтатилади. Вакуум йўқотиш қопқоқларининг гидравлик ва механик турлари ишлаб чиқилган. Гидравлик ҳаво киритиш қопқоғи сув сатҳининг ўзгариши $1,2$ м гача бўлганда қўлланилади. Механик ҳаво киритиш қопқоғи сув сатҳи ҳар қандай чегарада ўзгарганда ҳам қўлланиши мумкин, лекин сифондаги максимал вакуум $H_{\text{вак}}^{\text{max}} < 6$ м бўлиши зарур.

Сифонни лойиҳалашда унинг элементларини қуйидагича қабул қилиш тавсия этилади (5.11-расм):

1) юқорига кўтарилиш тармоғининг қиялик бурчаги $\alpha_1 = 30 \div 45^\circ$, пасаяувчи тармоғининг қиялик бурчаги $\alpha_2 = 30 \div 40^\circ$;

2) юқорига кўтарилиш тармоғининг радиуси $r = (1,5 \div 2) D_{\text{ук}}$ ва бўғизининг радиуси $r_0 = (2 \div 3,5) D_{\text{ук}}$;

3) сифон бўғизининг максимал сув сатҳидан баландлиги $\delta \geq 0,2$ м;

4) сифон бўғизининг бурилиш бурчаги $\theta^\circ = 60^\circ$;

5) Ҳавзанинг умумий эни:

$$B_{\text{хав}} = n D_{\text{диф}} + z (n - 1); \quad (5.57)$$

бу ерда n - сифонлар сони;

z - сифонлар орасидаги масофа ($z = 0,7 \div 1,0$ м);

Сифонли иншоотларда бўлувчи устунлар ўрнатишга зарурат бўлмайди. Сифонли иншоотнинг бошқа ўлчамлари юқоридаги механик қулфакли сув чиқариш иншооти учун келтирилган тартибда аниқланади. Юқоридаги (5.50) формуладаги $C=0$ қабул қилинади.

5.8. Намунавий масала

Қуйидаги берилган дастлабки маълумотлар асосида босимли трубопроводнинг иқтисодий мақбул диаметрини ва девори қалинлигини аниқланг: Трубопроводнинг турли вариантлари учун диаметрлари ва нархлари (1990 й. баҳоларида берилган):

$$D_1=0,5 \text{ м}; \quad D_2=0,7 \text{ м}; \quad D_3=0,9 \text{ м}; \quad D_4=1,1 \text{ м}; \quad D_5=1,4 \text{ м}$$

$$K_1=28 \text{ сўм}; \quad K_2=42 \text{ сўм}; \quad K_3=58 \text{ сўм}; \quad K_4=75 \text{ сўм}; \quad K_5=104 \text{ сўм};$$

Агрегатлар сони $Z_n=7$, ҳар бир насоснинг ҳисобий сув ҳайдаши $Q_n=0,54 \text{ м}^3/\text{с}$ ҳисобий босими, ўртача геодезик узатиш баландлиги $H_{г,ур}=77,5 \text{ м}$, ҳисобий босими $H_p=83 \text{ м}$, трубопроводнинг узунлиги $L_{тр}=1860 \text{ м}$, материал-пўлат, насос станциянинг ф.и.к. $\eta_{н.с.}=0,8$ ва йил давомида ўртача ишлаш муддати $T_s=446$ соат, насос станциянинг иш даврлари ва сув ҳайдаш миқдорлари:

$$T_1=32 \text{ сут}, \quad T_2=18 \text{ сут}, \quad T_3=30 \text{ сут}, \quad T_4=10 \text{ сут}, \quad T_5=28 \text{ сут}, \quad T_6=22 \text{ сут},$$

$$T_6=32 \text{ сут}, \quad T_7=18 \text{ сут}, \quad T_8=30 \text{ сут}, \quad T_9=10 \text{ сут}, \quad T_{10}=28 \text{ сут},$$

$$Q_1=0,7 \text{ м}^3/\text{с} \quad Q_2=1,4 \text{ м}^3/\text{с} \quad Q_3=1,97 \text{ м}^3/\text{с} \quad Q_4=2,5 \text{ м}^3/\text{с} \quad Q_5=3,2 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_6=2,5 \text{ м}^3/\text{с} \quad Q_7=2,26 \text{ м}^3/\text{с} \quad Q_8=2,0 \text{ м}^3/\text{с} \quad Q_9=1,24 \text{ м}^3/\text{с} \quad Q_{10}=0,7 \text{ м}^3/\text{с}$$

Вариантларни техник-иқтисодий таққослаш усулида ечиладиган ушбу масала сермеҳнат ҳисоблашлар талаб қилишини эътиборга олиб, уни ечиш учун қуйидаги компьютер дастуридан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади.

5.9. НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Кўчмас насос станциялари бинолари қандай турларга бўлинади?
2. "Блокли" ва "Ер устки" биноларнинг қўлланиш шартларини айтиб беринг.
3. "Бўлинмали" бино қандай омиллар асосида қабул қилинади?
4. "Блокли" турдаги биноларда насоснинг сўриш трубопроводлари қандай материалдан ва қандай шаклда тайёрланади?
5. Қайси ҳолларда сўриш ёки босимли трубопроводларига қулфак ўрнатиш тавсия этилмайди?

6. Бинонинг пастки қисми баландлиги қандай аниқланади ва қайси ҳолларда унинг қиймати ўзгариши бинонинг узунлигига таъсир этади?

7. Биноларнинг юқори қисми тузилиши қандай бўлади ва унинг ўлчамлари нималарга боғлиқ?

8. Сув олиш иншоотларининг ўлчамларини аниқлаш тартибини тушунтиринг.

9. Аванкамеранинг ўлчамлари қандай қабул қилинади?

10. Насос станцияларининг ёрдамчи асбоб-ускуналарини айтиб беринг?

11. Сув хўжалиги тизимидаги насос станцияларнинг босимли трубопроводлари учун қўлланиладиган материалларнинг ишлатилиш чегаралари қандай?

12. Босимли трубопроводнинг иқтисодий мақбул диаметрини танлаш ҳисоблари қандай услубда бажарилади?

13. Сув чиқариш иншоотлари қандай турларга бўлинади?

14. Сифонли сув чиқариш иншооти ўлчамларини қандай аниқланади?

6-бoб. НАСОС СТАНЦИЯЛАРИНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОН ВА ТЕХНИК-ИҚТИСОДИЙ ҲИСОБЛАРИ

6.1. Насоснинг босимига аниқлик киритиш

Насоснинг босими юқорида келтирилган (1.3) формула билан ҳисобланади :

$$H=H_z + \Sigma h_w ; \quad (1.3)$$

Лойиҳанинг сўнгги босқичида сўриш ва босимли трубопроводлар геометрик ўлчамларининг муайян қийматлари асосида босим исрофлари йиғиндиси Σh_w -нинг ҳақиқий миқдорини аниқлаш талаб этилади. Гидравлик қаршилиқлар ҳисобига босим исрофлари қийматларини топиш усуллари 1.14-масалада келтирилган.

Трубопроводнинг узунлиги бўйича босим исрофларини топиш учун (1.5) формуладан фойдаланилади. Формуладаги ишқаланиш коэффиценти λ қийматлари 6.1-жадвалдан қабул қилиш мумкин.

6.1-жадвал

Ишқаланиш коэффиценти λ ни Шези коэффиценти C га боғлиқ қийматлари

C	λ	C	λ	C	λ
10	0,785	35	0,064	60	0,022
15	0,345	40	0,049	70	0,016
20	0,196	45	0,039	80	0,012
25	0,125	50	0,031	90	0,010
30	0,087	55	0,026	100	0,008

Шези коэффиценти C қуйидаги формула билан аниқланади:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

бу ерда, n - ғадир-будирлик коэффиценти;

R - гидравлик радиус ($R=D_{\text{ук}}/4$);

Маҳаллий гидравлик қаршилиқлар ҳисобига босим исрофлари трубопроводнинг бурилиш ва кесим юзаси ўзгарадиган жойларида пайдо бўлиб, уларнинг қийматлари (1.4) умумий формула билан топилади.

Формуладаги турли маҳаллий тўсқинларнинг қаршилик коэффициентлари ξ_i қийматлари 1-иловадан ёки [12] адабиётдан қабул қилинади.

Механик қулфакли сув чиқариш иншоотида қўлланадиган бир лаппакли қопқоқ-ёпқич учун $\xi=1,8$ тенг олиш мумкин.

Пўлат трубопроводдан қуриладиган сифонли сув чиқариш иншооти учун Рейнольдс сони Re бўйича қаршилик коэффициенти ξ_c қийматини 6.2-жадвалдан олиш мумкин [32].

6.2-жадвал

Сифонли сув чиқариш иншоотининг қаршилик
коэффициенти қийматлари

Сифоннинг тузилиши	Re бўйича ξ қийматлари			
	$Re=1,5 \cdot 10^5$	$Re=2,1 \cdot 10^5$	$Re=3 \cdot 10^5$	$Re=4 \cdot 10^5$
1. Пастки тармоқли сифон	2,4	1,4	0,97	0,80
2. Пастки тормоксиз сифон	2,2	1,2	0,87	0,62
3. Қисқа пастки тармоқли сифон	2,5	1,4	1,1	-

Учта насос агрегати битта умумий босимли трубопроводга бирлаштирилган насос станциялари учун босим исрофлари йиғиндиси қуйидагича ифодаланди:

- битта насос ишлаган ҳолда,

$$\sum h_{w1} = (R_{TA} + R_{TB}) Q^2; \quad (6.1)$$

- иккита насос ишлаган ҳолда,

$$\sum h_{w2} = (R_{TA} + 4R_{TB}) Q^2; \quad (6.2)$$

- учта насос ишлаган ҳолда,

$$\sum h_{w3} = (R_{TA} + 9R_{TB}) Q^2; \quad (6.3)$$

$$\text{бу ерда, } R_{TA} = \frac{\sum h_{wA}}{Q_x}; \quad R_{TB} = \frac{\sum h_{wB}}{Q_x}; \quad (6.4)$$

$\sum h_{wA}$ - трубопроводнинг бирлаштириладиган жойигача бўлган қисмларидаги босим исрофлари йиғиндиси;

$\sum h_{wB}$ - трубопроводнинг бирлаштириладиган жойидан кейинги қисмларидаги босим исрофлари йиғиндиси.

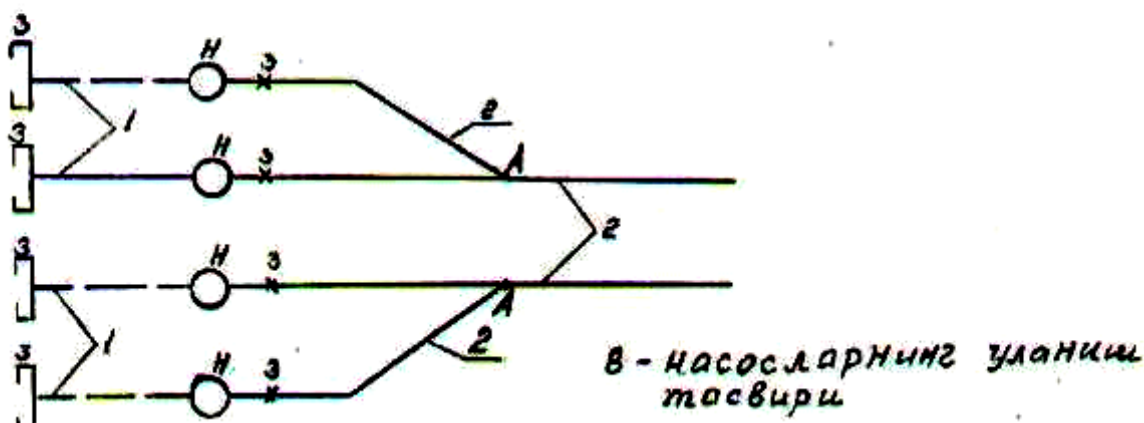
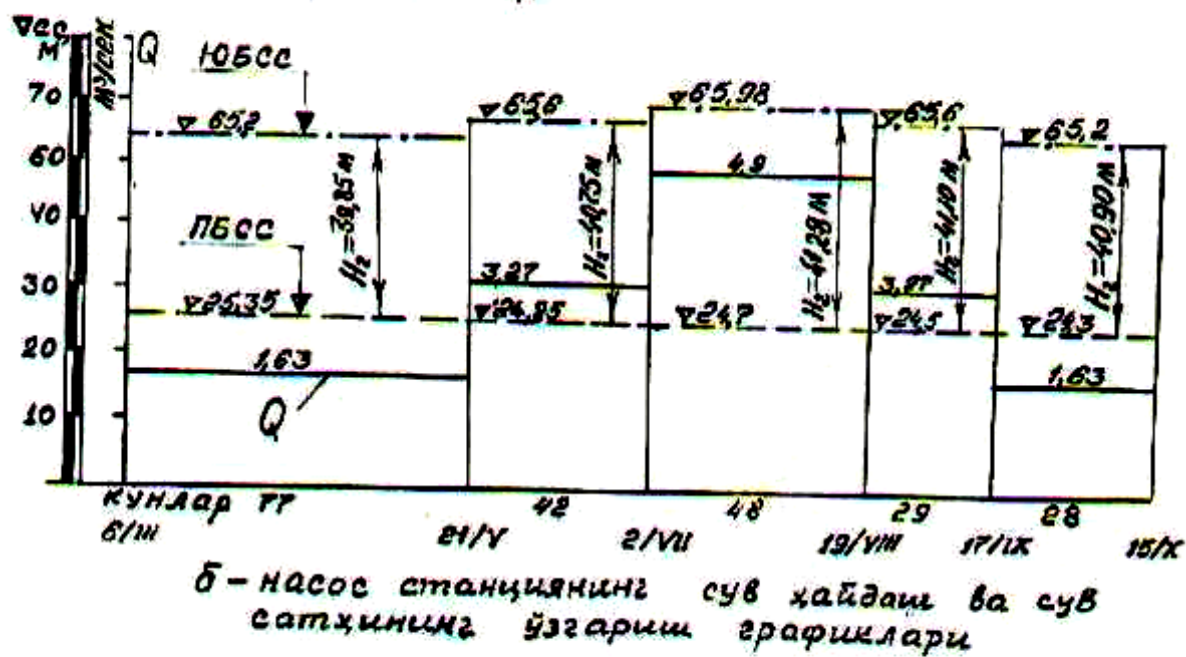
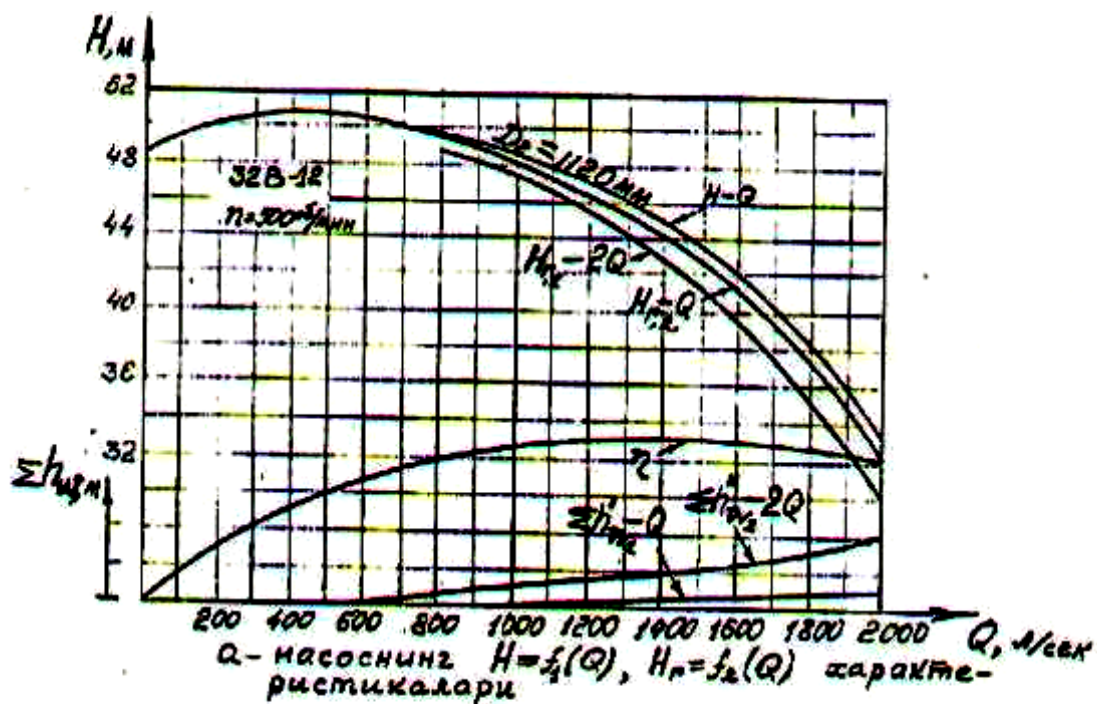
Q_x - насоснинг ҳисобий сув ҳайдаши;

R_{TA} ва R_{TB} - трубопроводнинг А ва Б қисмлар учун ўзгармас қийматлар.

Юқоридаги (6.1), (6.2) ва (6.3) формулалар билан босим исрофларини насоснинг сув ҳайдашига боғланиш $\Sigma h_{w,1} = f_1(Q)$, $\Sigma h_{w,2} = f_2(Q)$ ва $\Sigma h_{w,3} = f_3(Q)$ эгри чизиқлари насоснинг характеристикасига туширилади ва $H = f(Q)$ босим характеристикаси ординатасидан айрилиб, $H_{c1} = f(Q)$, $H_{c2} = f(Q)$ ва $H_{c3} = f(Q)$ характеристикалари қурилади (6.1-расм) [9].

6.2. Сув - энергия ҳисоботлари

Йил давомида чиқариладиган сув ҳажми ва энергия сарфини ҳисоблаш мақсадида сув-энергия ҳисоботлари бажарилади. Бу ҳисоботларни 6.3-жадвалдаги тартибда бажарилса анча қулай бўлади. Жадвалнинг 1-5 устунларини сув истеъмоли графиги асосида яъни 4.5-жадвалдаги қийматлар бўйича тўлдирилади.



6.1-расм. Насоснинг $H_z=f(Q)$ характеристикасини куриш

Насос станциянинг сув-энергия хисоботи жадвали

Сув истеъмоли графиги буйича				Геодезик кутариш баландлиги $H_{г,м}$	битта насоснинг хақиқий сув хайдаши $q, м^3/с$	Ишлайдиган агрегатлар сони, $Z_{нас}$	Насос станциянинг хақиқий сув хайдаши $Q_u, м^3/с$	Хақиқий ишлаш вакти T_u , соат	Насоснинг хақиқий босими $H_{н,м}$	Насос қурилмасининг Ф.И.К.	Станция қуввати N кВт	Сарф-лайди ган электр энергия миллати $E_{эл,квт.соат}$	Чикарадиган сув микрои $W, м^3$
Станция ишлаш даврлари	Даврдаги кунлар сон, t	Даврда-ги иш соатлари, T , соат	Сув хайдаши, Q , $м^3/с$										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Σt	ΣT						ΣT_u				ΣE	ΣW

Ҳар бир даврдаги геодезик кўтариш баландлиги H_c қийматлари асосида насоснинг хақиқий сув хайдаши q , босими H ва Ф.И.К. η қийматларини унинг характеристикасидан олинади (6.1-расм).

Ишлайдиган агрегатлар сони бўйича насос станциянинг хақиқий сув хайдаши Q_u ва хақиқий ишлаш даврлари T_u топилади:

$$Q_u = q \cdot Z_{нас}; \quad T_u = \frac{QT}{Q_u}; \quad (6.5)$$

Насос қурилмасининг Ф.И.К. қуйидагича топилади:

$$\eta_{н.к} = \eta_n \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{уз} \cdot \eta_{тор}; \quad (6.6)$$

η_n - насоснинг Ф.И.К.;

$\eta_{дв}$ - электродвигател Ф.И.К.;

$\eta_{уз}$ - узатманинг Ф.И.К. ($\eta_{уз}=1$);

$\eta_{тор}$ - электр тармоғининг Ф.И.К. ($\eta_{тор}=0,97 \div 0,99$).

Насос станциянинг қуввати:

$$N = \frac{9,81Q_u H}{\eta_{нк}}, \quad (квт); \quad (6.7)$$

Сарфланадиган электр энергия миқдори :

$$E = N \cdot T_u, \quad (квт.соат); \quad (6.8)$$

Насос станция чиқарадиган сув миқдори :

$$W = Q_u \cdot T_u \cdot 3600, \quad (м^3); \quad (6.9)$$

Жадвалдаги қийматлар бўйича йиллик чиқарадиган сув ҳажмлари ΣW ва сарфлайдиган энергия ΣE миқдорлари йиғиндиларини аниқланади.

6.3. Станциянинг қурилиш баҳоси ва эксплуатация харажатлари

Дастлабки ҳисоблар учун насос станция қурилишига сарфланадиган капитал маблағ яхлитлаштирилган кўрсаткичлар асосида аниқлаш рухсат этилади [9,32,38]. Ҳисобларни 6.4-жадвалдаги тартибда бажариш қулай бўлади.

Насос станциянинг белгиланган қуввати қуйидаги формула билан топилади:

$$N_{бел} = Z_{ур} N_{ов} + 20 квт; \quad (6.10)$$

бу ерда, $N_{ов}$ - электродвигателнинг паспортдан олинadиган номинал қувват, кВт;

$Z_{ур}$ - ўрнатиладиган агрегатларнинг умумий сони;

20 квт - станциянинг ўз эҳтиёжлари учун сарфлайдиган қуввати.

Жадвалдаги K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 - бирлик баҳолар 15, 16, 17 - иловалардан қабул қилинади.

Эслатма: Баҳолар 1990 йилдаги нархларда берилган. Жорий нархларга ўтишда амалиётдаги муайян коэффицентлардан фойдаланилади.

6.4-жадвал

Станциянинг қурилиш баҳосини аниқлаш

№	Иншоотлар ва асбоб-ускуналарнинг номлари	Ўлчов бирлиги	Бирлик миқдори	Баҳоси	
				бирлиги	умумий

1	Насос станция биноси(сув олиш иншооти билан бирга)	кВт	$N_{\text{бел}}$	K_1	$K_1 N_{\text{бел}} = K_{\text{бино}}$
2	Гидромеханик асбоб-ускуналар	кВт	$N_{\text{бел}}$	K_2	$K_2 N_{\text{бел}} = K_{\text{нас}}$
3	Электр-куч асбоб-ускуналари	кВт	$N_{\text{бел}}$	K_3	$K_3 N_{\text{бел}} = K_{\text{эл}}$
4	Босимли трубопроводлар	м	$l_{\text{тр}}$	K_4	$K_4 l_{\text{тр}} = K_{\text{тр}}$
5	Сув чиқариш иншооти	м ³ /с	$Q_{\text{мах}}$	K_5	$K_5 Q_{\text{мах}} = K_{\text{с.ч}}$
Жаъми : Режалаштириш ва устама харажатлари (25% жаъмига нисбатан)					K' $K'' = 1,25K'$
Ҳаммаси			$\sum K = K' + K''$		

Эксплуатация харажатлари лавозимларнинг маошлари, электр энергия учун сарфлар, иншоотлар, асбоб-ускуналарни таъмирлаш ва қайта тиклаш учун амортизация ажратмалари ва бошқа сарфларни ўз ичига олиб, 6.5-жадвалдаги тартибда аниқланади.

Лавозимлар маошлари йиллик миқдорини 6.6-жадвалдаги тартибда лавозимлар жадвали бўйича белгиланадиган хизматчилар сони ва уларнинг ойлик маошлари миқдори асосида аниқланади. (6.6-жадвалдаги хизматчилар сони ўртача қувватли насос станция учун берилган).

6.5-жадвалдаги электр энергия учун сарфланадиган умумий харажатлар қуйидагича топилади:

$$C_{\text{эн}} = (\Sigma E + 0,02 \Sigma E) S; \quad (6.11)$$

бу ерда, $0,02 \Sigma E$ - станциянинг ўз эҳтиёжлари учун сарфлайдиган электр энергия миқдори;

S - 1 кВт.соат электр энергиянинг нархи, сўм;

Иншоотлар ва асбоб-ускуналарнинг қийматлари $K_{\text{ин}}$, $K_{\text{тр}}$, $K_{\text{гидр}}$, $K_{\text{эл}}$, ΣK , 6,4-жадвалдан олинади.

6.5-жадвал

Йиллик эксплуатация ҳаражатлари

№	Ҳаражатлар моддалари	Ўлчов бирлиги	Миқдори	Ажратма миқдори, %	Эксплуатация ҳаражатлари қиймати, сўм
1	Лавозимлар маошлари				$C_{\text{маош}}$
2	Электр энергия баҳоси	квт.соат	$(\Sigma E + 0,02 \Sigma E)$		$C_{\text{эн}}$
3	Амортизация ажратмалари:				
3а	Иншоотлар		$K_{\text{ин}}$	5	
3б	босимли трубопроводлар		$K_{\text{тр}}$	12	
3в	гидромеханик асбоб-ускуналар		$K_{\text{гид}}$	10	
3г	электр-куч ускуналари		$K_{\text{эл}}$	10	
4	Ёғлаш-мойлаш ва тозалаш материаллари	квт.соат	ΣE	0,005	
5	Бошқа йиғимлар		ΣK	2,5	
	Ж а ъ м и :				$\mathcal{E}_1$
	Умумцех ҳаражатлари(15% жаъмига нисбатан)		$\mathcal{E}_1$	15	$\mathcal{E}_2 = 0,15 \mathcal{E}_1$
	Ҳаммаси				$\Sigma \mathcal{E}$

6.6-жадвал

Лавозимларнинг йиллик маошлари миқдорини аниқлаш

№	Лавозимларнинг таркиби	Лавозимлар сони	Ойлик маоши сўм	Йиллик иш муддати, ой	Йиллик маош миқдори, сўм
1	Насос станция бошлиғи	1		12	
2	Мухандис - гидротехник	1		12	
3	Мухандис - механик	3		12	
4	Мухандис - электрик	3		12	
5	Ишчи	1-2		6	
6	Фаррош	1		12	
7	Қўриқчи	3		12	
	ж а ъ м и :	14			

Ижтимоий суғурта ажратмаси (жаъмига нисбатан 5-10 %)				
Ҳаммаси				$C_{\text{маош}}$

6.4. Солиштирма техник-иқтисодий ва эксплуатацион кўрсаткичлар

Бир квт кувватнинг қурилиш баҳоси:

$$K_N = \frac{\sum K}{N_{\text{бел}}}, \frac{\text{сум}}{\text{квт}}, \quad (6.12)$$

Бир м^3 сувни чиқариш таннарни;

$$C_w = \frac{\sum \mathcal{E}}{\sum W}, \frac{\text{сум}}{\text{м}^3}; \quad (6.13)$$

Бир тонна- метр чиқарилган сувнинг таннарни

$$C_{\text{wn}} = \frac{\sum \mathcal{E}}{\sum WH}, \frac{\text{сум}}{\text{т.м}}; \quad (6.14)$$

Бир га ерни суғориш баҳоси

$$C_{\omega} = \frac{\sum \mathcal{E}}{\omega}, \frac{\text{сум}}{\text{га}}; \quad (6.15)$$

бу ерда, ω - суғориладиган майдон, га.

Станциянинг қувватидан фойдаланиш коэффициенти

$$\alpha = \frac{N_{\text{yp}}}{N_{\text{бел}}}; \quad (6.16)$$

бу ерда, $N_{\text{yp}} = \frac{\sum E}{\sum T_u}$ - станциянинг ўртача қуввати.

Станциянинг вақтдан фойдаланиш коэффициенти:

$$\beta = \frac{\sum T_u}{T_{\text{йил}}}; \quad (6.17)$$

бу ерда, $T_{\text{йил}}$ - 8760 соат, бир йилдаги соатлар сони.

Насос станциянинг эксплуатация коэффициенти

$$\eta_{\text{экс}} = \alpha \cdot \beta; \quad (6.18)$$

Юқоридаги формулалардаги миқдорларнинг қийматларини 6.3, 6.4, 6.5-жадваллардан олинади. Аниқланган солиштирма кўрсаткичлар миқдорлари 1990 йилдаги баҳолар билан таққосланганда $C_w=0,01 \text{ сўм/м}^3$, $C_{\text{wn}}=0,0002$

сўм/т·м, $\alpha=0,5$ бўлса, лойиҳалаш тадбирлари самарали ҳисобланади. Ушбу шартлар бажарилмаган ҳолларда лойиҳани таҳлил қилиб, унинг сабаблари аниқланади [32,34].

6.5. Намунавий масала

Қуйида берилган дастлабки маълумотлар асосида вариантларни техник-иқтисодий таққослаш усули билан сув узатиш йўналиши бўйича (4.3-расм) насос станция биносининг иқтисодий мақбул жойини танланг: $N=4$ та вариант бўйича сув келтириш канали ва босимли трубопроводнинг узунликлари (l_k ва l_{mp}), сув келтириш канали ва бино қуриладиган жойдаги ҳандақнинг тупроқ ишлари ҳажмлари (W_k ва W_s) нинг миқдорлари:

1. $l_k=500$ м; $l_{mp}=1700$ м; $W_k=324000$ м³; $W_s=515000$ м³;
2. $l_k=600$ м; $l_{mp}=1600$ м; $W_k=437000$ м³; $W_s=595000$ м³;
3. $l_k=700$ м; $l_{mp}=1500$ м; $W_k=577000$ м³; $W_s=675000$ м³;
4. $l_k=800$ м; $l_{mp}=1400$ м; $W_k=746000$ м³; $W_s=725000$ м³;

Трубопроводлар сони $Z_m=2$; 1 п.м. трубопроводнинг нархи $K_m=1307$ сўм, насос станциянинг ф.и.к. $\eta_{н.с.}=0,78$, электр энергия баҳоси $S_E=0,023$ сўм/квт.соат, канал ва ҳандақ тупроқ ишлари нархи $S_1=S_2=0,928$ сўм, амортизация ва жорий таъмирлаш ажратмаси: канал учун $A_1=0,038$, $R_1=0,015$, ҳандақ учун $A_2=0,0127$, $R_2=0,006$, каналнинг нишоблиги $i=0,0002$, трубопроводнинг 1 п.м. узунлигидаги босим исрофлари $\Delta H=0,00363$ м ва ҳисобий сув сарфи $Q_{p.m.}=13,15$ м³/с, насос станциянинг иш муддати $T_{cp}=2860$ соат.

6.6. НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Нима сабабдан насоснинг босими қийматига аниқлик киритилади?
2. Насос ва насос станциянинг ҳақиқий сув ҳайдаши қандай аниқланади?
3. Насос станциянинг йиллик чиқарадиган сув ҳажми қандай ҳисобланади?
4. Сарфланадиган электр энергия қайси формула билан топилади?
5. Насос станциянинг белгиланган қуввати қандай топилади?

6. Насос станциянинг қурилиш баҳоси қандай аниқланади?
7. Йиллик эксплуатация харажатлари нималардан ташкил топади?
8. Солиштирма техник-иқтисодий кўрсаткичлар нималардан иборат?

Дарслик ва ўқув қўлланмалар:

7 Жуманов О.Ж. Халилов Н. “Насос ва ҳаво узатиш станциялар” фанидан ўқув услубий мажмуа. Услубий қўлланма.-Самарқанд:СамДАҚИ, 2012. й

8. Насослар ва насос станциялари. / М.Мамажонов, Б.Уралов, А.Хакимов, Т.Мажидов / Ўқув қўлланма Тошкент., 2009 й. 212 бет.

9 Гидромашиналар ва гидроузатмалар / Г.Ғ. Ниязова, Е.И. Кушнирова/ Маъруза матни Тошкент-2006. – 55 бет

10 Сув таъминоти ва канализацияси фанидан маърузалар туплами Жиззах политехника институти.

11. И.Ахмедов ва б. Гидромелиорация ишларини ташкил қилиш ва технологияси. Маърузалар матни. ТИҚХМИИ, 2000й.131б.

12. И.Ахмедов.“Гидромелиорация ишларини ташкил этиш ва технологияси”, Ўқув қўлланма, Т-2008й.,

13. Лысов К.И., Григорьев К.Т. Насосы и насосные станции. -М., «Колос», 1977.

14. Чебаевский В.Ф, и др. Насосы и насосные станции., -М., Агропромиздат, 1989,

15. Латипов К.Ш. Гидравлика, гидромашиналар, гидроюритмалар. Тошкент.: «Ўқитувчи», 1992 йил,

16. Справочник проектировщика ”Водоснабжение населённых мест и промышленных предприятий”. М.Стройиздат. 1981 г.

17. Рахимбоев Ф.М., Холиқулов С.И. Сув хўжалигига оид русча-ўзбекча-французча лугат. Тошкент, «Ўқитувчи», 1998

18. Л.А.Кульский, М.А. Шевченко, Е.М.Камнийчук «Методы улучшения запах и вкус питьевой воды» Изд-во Министерства коммунального хозяйства РСФСР-1961 [362ст].

19. ҚМваҚ 2.04.03 – 97. Ички водопровод ва канализация. Тошкент, 1998 й.

20. КМваК 2.04.02-96 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Тошкент 1997.

21. ҚМваҚ 2.04.03 – 98. Сувоқова. Ташки тармоқлар ва иншоотлар. Тошкент 1997.

22. КМК 3.05.04 «Сув таъминоти ва сувокава ташки тармоқлари ҳамда жихозлари»

23. ҚМҚ 2.04.01-98 «Биоларни ички сув қувири ва канализацияси»

24. СанПиН 2.1.5.980-00 Санитарные правила и нормы,

25. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. «Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» Контроль качества – М; Госткомсанэпиднадзор России, 1996 [111 ст].

26. ШНҚ 2.07.01-03 «Шаҳарсозлик нормалари ва қоидалари» Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура ва қурилиш қўмитаси, 95 бет

27. Насосы. Каталог - справочник, ВИГМ, М, -Л. 1960, 552 с.

Илмий журналлардаги мақолалар:

28. “Дунёдаги сув хўжалиги муаммолари: келиб чиқиш сабаблари ва уларни ҳал қилиш йўллари” илмий журнал

29. Мамажонов М., Кодиров Р. Методика определения интенсивности увеличения уплотняющих и торцевых зазоров рабочих колес центробежных и осевых насосов. Андижон., Қишлоқ хўжалигида илғор технологиялар-Республика илмий-амалий анжумани. Илмий мақолалар тўплами. 2002, 2-китоб. с. 207-209.

30. Шукурова Н.Л. «Сирдарё вилояти сугориш насос станцияларининг электр таъминоти тизимида электр энергия исрофини камайтириш» мавзусидаги магистрлик диссертацияси

Интернет сайтлари:

31. http://ziyonet.uz/get_«Daryo_yillik_oqimini_gidrologik_hisoblash»)
32. http://www.ziyonet.uz/get-Nasos_qurilmasining_ish_tartibini_anqlash
33. http://ziyonet.uz/get_“Насослар_ва_ҳаво_ҳайдаш_станциялари”_фанидан_“Муҳандислик_коммуникациялари_қурилиши”_йўналиши_талабаларига_мўлжалланган_лаборатория_ишларини_бажариш_учун_услубий_қўлланма
34. http://ziyonet.uz/get_«Gidrologiya,_gidrometriya_va_oqim_hajmini_rostlash»_fanidan_«Daryo_okimini_mavsumiy_va_kup_yillik_boshqarishda_suv_ombori_xisobi»_mavzusidan_topshirikni_bajarish_uchun_uslubiy_kursatmalar
35. http://ziyonet.uz/get_Nasoslar,_ventilyatorlar_va_kompressorlar
36. http://ziyonet.uz/get_Nasoslar,_ventilyatorlar_va_kompressorlar
37. www.jahonnews.uz/.../1suvdan_oqilona_foydalanish_dolzarb_masala.m
38. gov.uz/uz/press/society/10466
39. <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/20449.html>
40. <http://www.lex.uz>
41. <http://www.td-nt.ru>
42. <http://www.iqtisod.zn.uz>
43. <http://www.uza.uz/>
44. <http://www.gov.uz>
45. <http://www.uzbekembassy.org>
46. <http://www.nelikvidi.com>

М У Н Д А Р И Ж А

Сўз боши	3
1-боб. Насослар, насос қурилмалари ва станциялари	3
1.1 Асосий тушунчалар.....	3
1.2 Насос қурилмасининг асосий иш кўрсаткичлари.....	6
1.3 Мелиоратив насос станцияларида қўлланадиган насослар.....	10
1.4 Масалалар.....	11
1.5 Назорат саволлари	23
2-боб. Насослар назарияси асослари.....	24
2.1 Куракли насосларнинг назарий ҳисоблаш муносабатлари	24
2.2 Кавитация ходисаси ва насосларнинг жоиз сўриш баландлиги	31
2.3 Поршенли насосларнинг назарий ҳисоблаш муносабатлари ..	32
2.4 Масалалар.....	34
2.5 Назорат саволлари	41
3-боб. Куракли насосларнинг характеристикаларини таҳлил қилиш	42
3.1 Характеристикаларнинг турлари ва ишчи нуктани аниқлаш .	42
3.2 Насос қурилмасининг иш кўрсаткичларини ростлаш	44
3.3 Насосларнинг биргаликда ишлаши	46
3.4 Масалалар.....	44
3.5 Назорат саволлари	64
4-боб. Суғориш тизими насос станцияларини лойиҳалашда насос агрегатларини танлаш	65
4.1 Сув келтириш ва машина каналларининг гидравлик ҳисоби .	65
4.2 Станция биносининг жойини танлаш	70
4.3 Асосий насосларнинг ҳисобий босимини аниқлаш.....	73
4.4. Асосий насосларнинг сони ва ҳисобий сув ҳайдашини аниқлаш	76
4.5 Асосий насосларнинг турини танлаш	77
4.6 Насоснинг геодезик сўриш баландлиги ва ўқининг ўрнатилиш белгисини аниқлаш.....	89
4.7 Намунавий масалалар	91
4.8 Назорат саволлари	93
5-боб. Насос станцияларининг гидротехник қурилмаларини лойиҳалаш	94
5.1 Насос станциялар бинолари турлари.....	99
5.2 Станция-ички трубопровод коммуникациялари.....	99

5.3	Насос станция биносининг ўлчамларини аниқлаш ва мужассамлаш. ...	101
5.4	Сув олиш иншоотлари	111
5.5	Насос станцияларининг ёрдамчи асбоб-ускуналари.....	116
5.6	Босимли трубопроводлар	119
5.7	Сув чиқариш иншоотлари.....	124
5.8	Намунавий масала	130
5.9	Назорат саволлари	124
6-боб.	Насос станцияларининг эксплуатацион ва техник-иқтисодий хисоблари.	132
6.1	Насоснинг босимиға аниқлик киритиш.....	126
6.2	Сув-энергия хисоботлари.....	134
6.3	Станциянинг қурилиш баҳоси ва эксплуатация ҳаражатлари	137
6.4	Солиштирма техник-иқтисодий ва эксплуатацион кўрсаткичлар	140
6.5	Намунавий масала	142
6.6	Назорат саволлари	135

