

УДК 631.2:674.25.075.01

НАСОС СТАНЦИЯЛАРИ ИЧКИ БОСИМ ҚУВУРЛАРИНИНГ ГИДРАВЛИК ҲИСОБИ

Эшев Собир Саматович¹ – техника фанлари доктори, профессор, e-mail: telnets@mail.ru
Уришова Дилафрўз Бобораимовна¹ – докторант, e-mail: urishevad@mail.ru.

¹Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти

Аннотация. Мақолада насос станцияларнинг эксплуатацион самарадорлигига ички босим қувурларининг конфигурацияси, ўлчамлари ва уларда ўрнатилган жиҳозларнинг қувур гидравлик қаршилик коэффициентига таъсири таҳлили, улар асосида бажарилган гидравлик ҳисоблар натижалари ва ички босим қувурида напор йўқолишини камайтириш бўйича тавсиялар келтирилган.

Калим сўзлар: насос станция, босим қувури; напор, сув бериш унумдорлиги, напор йўқолиш қиймати, қулфак, тесқари клапан, қувват.

Abstract. The article analyzes the influence of the configuration, dimensions of in-station pressure pipelines, as well as the equipment installed in them, on the value of the hydraulic resistance coefficient of the pipeline system, presents the results of hydraulic calculations performed, as well as recommendations for reducing the pressure loss in in-station pipelines.

Keywords: pumping station, pressure pipeline, head, performance, head loss, gate valve, check valve, power.

Кириш. Мелиоратив насос станцияларининг ишлаш самарадорлиги, авваламбор, усқуналар ва жиҳозларнинг, шу жумладан қувурлар, айниқса ички босим қувурлари параметрларининг тўғри танланганлигига ҳамда гидромеханик ва энергетик жиҳозларни минимал эксплуатацион харажатларга эга бўлган иш оптимал режимларига мос равишда эксплуатация қилишга боғлиқ.

Насос станцияларида олиб борилган тадқиқотлар натижаларини ҳамда уларнинг ишлаш тажрибасини таҳлил қилиб, шундай хулосага келиш мумкинки, насос станциялари кўпинча оптимал шароитларга мос бўлмаган режимларда ишлайди [1-4].

Насос станцияларининг оптимал иш режимларидан четга чиқишининг асосий сабаблари қуйидагилар [1-4]:

- насос агрегатларидан улар учун белгиланган ишлаш ресурсидан ортиқ муддатларда фойдаланиш;

- насос агрегатларидан тавсия этилмаган иш режимларида узок муддат фойдаланиш;

- насос агрегатлари ҳайдаб бераётган сув таркиби белгиланган талабларга жавоб бермаслиги (сув таркибида гидроабразив заррачалар, агрессив моддаларнинг мавжудлиги) [5-6];

- юқори ва пастки бьефлардаги сув сатҳларининг белгиланган қийматларга мос келмаслиги;

- электродвигатель электр параметрларининг меъёрдан четга чиқиши;

- таъмирлаш ва тиклаш ишларининг ўз вақтида бажарилмаслиги ёки сифатсиз бажарилиши;

- усқуналарга техник хизмат кўрсатиш ишларининг ва насос станциялар эксплуатациясининг талабларга мос равишда ташкил этилмаслиги;

- насос станцияси ички босим қувурлари конфигурацияси ва ўлчамлари, ҳамда уларда ўрнатилган жиҳозлар ўлчамларининг насос агрегати оптимал иш режимига мос келмаслиги.

Насос станцияларининг ишлаши давомида оптимал иш режимларига эришиш ўта муҳим вазифадир. Насосларнинг оптимал иш режимларидан четга чиқиши электр энергиясининг ортиқча сарфланишига олиб келиши мумкин. Баъзи маълумотларига кўра,

насосдан нооптимал иш режимида фойдаланиш истеъмол қилинадиган электр энергиясининг 6-7 фоизга ошишига олиб келиши мумкин [1].

Насос станциясининг сув истеъмоли талабларини тўлиқ қондирган ҳолда энергиятежамкор режимларда ишлаши учун қуйидаги мезонларга амал қилиниши зарур [2]:

$$\begin{aligned} W &= W_{\text{талаб}} \\ \mathcal{E} &\rightarrow \min \\ \eta_{\text{нс}} &\rightarrow \max \end{aligned} \quad (1)$$

Республикамиздаги кўп насос станциялар иш режимлари (1) да келтирилган мезонларга мос келмайди ва натижада эксплуатация жараёнида ортиқча электр энергиясининг истеъмол қилинишига асос бўлади. Бунинг асосий сабаби қуйидагилардан иборат [2]:

- насос энергияси энг кўп сарф бўладиган ички босим коммуникацияларининг ўлчамлари, конфигурацияси ва улардаги жихозлар параметрлари кўп насос станцияларда нотўғри танланган;

- насос иш режимини (сув бериш унумдорлигини) ростлашнинг самарали усулларидан фойдаланилмайди;

- насос, электродвигатель иш жараёнини бошқариш махсус дастурлар асосида компьютерлар ёрдамида амалга оширилмайди.

Масалан, юқорида келтирилган фикрларнинг тасдиғи сифатида кўпгина насос станцияларда ушбу соҳадаги талаблар ва стандартларга зид равишда насослар чиқиш патрубкисига бирданига ҳеч қандай мослама ёки диффузорсиз қулфак (задвижка) уланганлигини, ундан кейин ички босим қувури диаметри оширилиб, умумий босим қувурига бирлаштирилганлигини кўришимиз мумкин. 1-расмда Аму-Қашқадарё ирригация тизимлари ҳавза бошқармасига қарашли бир нечта шундай насос станциялардаги агрегатларнинг суратлари берилган [2].



а) Бердали НС



б) Қорасув НС



в) Катта Жаилма НС



г) Қорабоғ-3 НС

1 – расм. Насос станциялар ички босим коммуникациялари

Ички босим коммуникациялари ичида қулфакда ва тескари клапанда энг катта гидравлик қаршилик коэффициентлари мавжуд бўлганлиги учун уларда напор йўқолиши ҳам катта бўлади ва бу ортиқча энергиянинг сарф бўлишига олиб келади. Бундан ташқари насос

чиқиш патрубкисида сув оқими кинетик энергияси жуда юқори бўлади ва бу ҳам ўз навбатида напор йўқолишининг ошишига олиб келади [2]. Бунинг олдини олиш учун кулфак ўрнатилган кесим, яъни ички босим қувурининг диаметрини ошириш керак. Бунинг учун чиқиш патрубкиси билан кулфак олдида монтаж қўймалари ва диффузор ўрнатилиши лозим.

Худди шунингдек, $\Delta h_{кир}$, $\Delta h_{сиф}$, $\Delta h_{ўт}$, $\Delta h_{уз}$ -мос равишда сўриш қувурига киришда, қувурдаги сифонда ва бир диаметрли қувурдан иккинчи диаметрли қувурга ўтишда, узунлик бўйича йўқолган напор, м.

Усуллар. Ички босим қувури ва улардаги жиҳозларнинг диаметри ўзгаришининг напор йўқолиши қийматига қанчалик таъсир қилишини Қорабоғ–3 насос станцияси мисолида кўриб чиқамиз, бунинг учун олдин унинг параметрларининг гидравлик ҳисобларини амалга оширамиз.

Насос станциясининг тўлиқ напори қуйидаги формула билан аниқланади.

$$H = H^r + \Sigma \Delta h, \tag{2}$$

бунда $\Sigma \Delta h$ -насос станцияси сўриш ва босим қувурларида йўқолган напор қийматлари йиғиндиси, м.

$\Sigma \Delta h$ -қувурлар тизимининг ўлчамлари ва уларда жойлашган асбоб-ускуналар турига боғлиқ ҳолда қуйидагича аниқланади:

$$\Sigma \Delta h = \Sigma \Delta h_{сўр} + \Sigma \Delta h_{бос}, \tag{3}$$

бунда $\Sigma \Delta h_{сўр}$ -сўриш қувурида йўқолган напор қиймати, м; $\Sigma \Delta h_{бос}$ -босим қувурида йўқолган напор қиймати, м.

Кўп ҳолларда сўриш қувурида йўқолган напор қийматлари йиғиндисини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\Sigma \Delta h_{сўр} = \Delta h_{нан} + \Delta h_{кир} + \Delta h_{сиф} + \Delta h_{ўт} + \Delta h_{уз}, \tag{4}$$

бунда $\Delta h_{нан}$ -сув қабул қилиш иншоотидаги панжарада йўқолган напор.

Босим қувуридаги напор йўқолиш қийматлари қуйидагича аниқланади:

$$\Sigma \Delta h_{бос} = \Delta h_{кул} + \Delta h_{ўт} + \Sigma \Delta h_{бўр} + \Delta h_{т.к.} + \Delta h_{бур} + \Delta h_{сиф} + \Delta h_{чиқ} + \Delta h_{уз}, \tag{5}$$

бунда $\Delta h_{кул}$ -кулфакда йўқолган напор қиймати, м; $\Delta h_{ўт}$ -бир диаметрли қувурдан иккинчи диаметрли қувурга ўтишда йўқолган напор қиймати, м; $\Delta h_{т.к.}$ -тескари клапанда йўқолган напор қиймати, м; $\Delta h_{бўр}$ -бурилишда йўқолган напор қиймати, м; $\Delta h_{бур}$ -қувурлар бирлашган жой (развилка)да йўқолган напор қиймати; $\Delta h_{сиф}$ -сифонда йўқолган напор қиймати, м; $\Delta h_{чиқ}$ -қувурдан чиқишда йўқолган напор қиймати, м.

Юқорида келтирилган йўқоладиган напор қийматлари насоснинг сув бериш унумдорлиги $Q=1,2 \text{ м}^3/\text{с}$ қиймати учун ҳисобланганда қувурлар тизимидаги умумий напор йўқолиш қиймати қуйидагига тенг эканлиги аниқланади:

$$\Sigma \Delta h = \Sigma \Delta h_{сўр} + \Sigma \Delta h_{бос} = 1,75 \text{ м.}$$

Юқорида келтирилган кўрсаткич насос қурилмаси қувурларининг напор характеристикасини қуриш учун хизмат қилади.

Қувурлар тизимининг напорлар характеристикасини қуриш учун насоснинг напор $H_1 - Q$ ва фойдали иш коэффиценти $\eta - Q$ характеристикаларидан фойдаланамиз. Агар битта умумий босим қувурига бир нечта насос ишлайдиган бўлса, унда умумий напор характеристикаларини қуриш лозим. Масалан, битта умумий босим қувурига учта насос ишласа унда $H_1 - Q$ характеристикасидан ташқари иккита насоснинг умумий напор характеристикаси $H_2 - Q$, учта насоснинг умумий напор характеристикаси $H_3 - Q$ ҳам қурилади.

Қувурлар тизимининг напор характеристикаси қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$H_{кув} = H_{ур.б}^r + K \cdot Q^2. \tag{6}$$

Аму-Қашқадарё ирригация тизимлари ҳавза бошқармаси қошидаги насос станциялар, энергетика ва алоқа бошқармаси маълумотларига кўра Қорабоғ-3 насос станциясида максимал геометрик напор $H_{max}^r = 31,6 \text{ м}$, минимал геометрик напор $H_{min}^r = 27,8 \text{ м}$, ўрта вазн геометрик напор қиймати $H_{ур.б}^r = 29,7 \text{ м}$ га тенг.

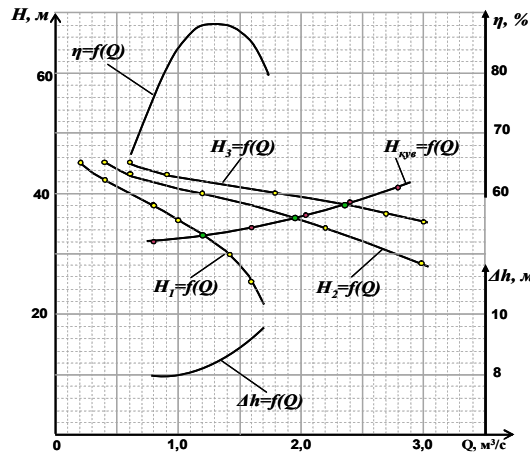
K - кувурнинг қаршилиқ коэффициенти.

$$K = \Sigma \Delta h / Q^2 = 1,75 / 1,2^2 = 1,21. \tag{7}$$

Юқорида келтирилган $H_{ур.в}$ ва K қийматлари асосида Q нинг 0,8 м³/с дан 3,2 м³/с оралиғидаги қийматлари учун (6) бўйича $H_{кув}$ нинг қийматларини ҳисоблаймиз ва $H_{кув} - Q$ графигини курамиз (2-расм).

Насоснинг ишчи нукталари $H_{кув} - Q$ графигининг $H_1 - Q, H_2 - Q, H_3 - Q$, яъни насослар напор характеристикалари билан кесишиш нукталаридир (2-расм).

Ушбу нукталарга мос келувчи $H_1, H_2, H_3, Q_1, Q_2, Q_3, \eta_1, \eta_2, \eta_3$ қийматларини аниқлаймиз. Бу нукталар албатта H_{max} ва H_{min} оралиғида ётиши керак.



2 – расм. Қорабоғ-3 насос станцияси агрегатларининг иш режими графиги

Насос станциясининг ҳисобланган иш режими параметрлари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Насос станциясининг иш режими параметрларини аниқлаш

Насос станцияси иш режими	Насос параметрлари	$Q,$ м ³ /с	$H,$ м	$\eta,$ %	$\Delta h_k,$ м
1. Босим кувурга 1 та насос ишлайди		1,20	33,0	88,0	8,1
2. Босим кувурга 2 та насос ишлайди		1,95	36,0	83,0	8,0
3. Босим кувурга 3 та насос ишлайди		2,36	38,0	76,0	7,9

Натижалар. Ҳисоблаш натижалари (1-жадвал) шуни кўрсатиб турибдики, босим кувурига 2 та ва 3 та насос ишлаганда фойдали иш коэффициентлари миқдори паст бўлмақда (76 % ва 83%). Бунинг асосий сабаби насос станциясининг ички босим кувурларида напор йўқолиш қийматининг катталигидир. Масалан, ҳисобларга кўра ички босим кувурларида йўқолган напор қиймати умумий йўқолган напорнинг 67,8 % ини ташкил этади.

Шу сабабли ички босим кувурларида йўқолган напор қийматини камайтириш учун унинг таркибига конструктив ўзгартиришлар киритиш лозим. Мана шундай ўзгартиришлар сифатида кулфак диаметрини 600 мм дан 800 мм га алмаштириш, уни диффузордан кейин ўрнатиш ва тескари клапан диаметрини 800 мм дан 1000 мм га ўзгартириш зарур. Ушбу ўзгаришлар қандай самара беришини ҳисоблаб кўрамиз.

Кулфакда йўқолган напор қиймати

$$\Delta h_{кул} = \zeta_{кул} \cdot \mathcal{Q}_{кул}^2 / 2g = 0,12 \cdot 2,39^2 / 19,62 = 0,035 \text{ м.}$$

Кулфак диаметри 800 мм га ўзгарганда ундаги сув оқими тезлиги қуйидагича бўлади,

$$\mathcal{Q}_{кул} = 4 \cdot Q / \pi \cdot d_{кул}^2 = 4 \cdot 1 \cdot 2/3,14 \cdot 0,8^2 = 2,39 \text{ м/с.}$$

Бунинг натижасида кулфакдаги напор йўқолиши қиймати 0,075 метрга камайди.

Тескари клапан диаметри 1000 мм бўлганда йўқолган напор қийматини ҳисоблаймиз:

$$\Delta h_{m.k} = \xi_{m.k} \cdot V^2_{m.k} / 2g = 1,7 \cdot 1,53^2 / 19,62 = 0,203 \text{ м,}$$

$$V_{m.k} = 4 \cdot Q / \pi \cdot d^2_{m.k} = 4 \cdot 1 \cdot 2 / 3,14 \cdot 1,0^2 = 1,53 \text{ м/с.}$$

Демак, тескари клапандаги фарқ қиймати $0,495 - 0,203 = 0,292$ метрни ташкил этади. Шундай қилиб ушбу ўзгаришлар натижасида қувурлар тизимидаги напор йўқолиши қиймати $\Sigma \Delta h = 1,75 - 0,292 - 0,075 = 1,383$ м га тенг бўлди, яъни $0,367$ метрга камайди.

Бунинг натижасида қувурлар тизими напор характеристикаси ҳам ўзгаради, чунки қаршилик коэффициентлари бошқа қийматга эга бўлди.

Напор йўқолиш қийматининг камайиши насос истеъмол қувватининг пропорционал равишда камайишига олиб келади. Уни қуйидаги тарзда насос станциясида битта насос ишлаган ҳолат учун ҳисоблаймиз

$$\Delta N_1 = 9,81 \cdot 1,2 \cdot 0,367 / 0,88 = 4,91 \text{ кВт,}$$

бунда ΔN_1 – битта насосда напор йўқолишининг камайиши ҳисобига тежалган қувват қиймати, кВт.

Агар босим қувурга иккита насос ишласа, бу қиймат қуйидагича бўлади:

$$\Delta N_2 = 9,81 \cdot 1,95 \cdot 0,367 / 0,83 = 8,46 \text{ кВт.}$$

Худди шунингдек, учта насос ишласа,

$$\Delta N_3 = 9,81 \cdot 2,36 \cdot 0,367 / 0,76 = 11,18 \text{ кВт.}$$

Агар йил давомида битта насос 400 соат, иккита насос биргаликда 700 соат, учта насос биргаликда 900 соат ишласа тежалган электр энергияси миқдори қуйидагича бўлади:

$$\mathcal{E} = \Delta N_1 \cdot T_1 + \Delta N_2 \cdot T_2 + \Delta N_3 \cdot T_3 = 4,91 \cdot 400 + 8,46 \cdot 700 + 11,18 \cdot 900 = 17948 \text{ кВт} \cdot \text{соат.}$$

Бунинг ҳисобига электр энергиясининг амалдаги тарифи бўйича бир йилда $I = \mathcal{E} \cdot T_{эл.эн} = 17102 \cdot 300 = 5\,384\,400$ сўмни тежаш мумкин.

Хулосалар.

1. Насос станциялари ички босим қувурларининг гидравлик ҳисоблари Қорабоғ -3 насос станцияси мисолида бажарилди.
2. Бажарилган ҳисоблар натижаларига кўра ички босим қувурларида йўқолган напор қиймати умумий йўқолган напорнинг 67,8 % ини ташкил этади.
3. Ички босим қувурида напор йўқолишини камайтириш учун унда ўрнатилган кулфак диаметрини 600 мм дан 800 мм га алмаштириш, уни диффузордан кейин ўрнатиш ва тескари клапан диаметрини 800 мм дан 1000 мм га ўзгартириш таклиф этилди.
4. Янги диаметрлар бўйича бажарилган ҳисоблар натижалари ички босим қувуридаги напор йўқолиш қиймати 0,367 метрга, яъни 21 % га камайишини кўрсатди.
5. Напор йўқолиш қийматининг камайиши натижасида насос станциясининг бир йилда 2000 соат ишлаши жараёнида электр энергиясининг амалдаги тарифи бўйича тежалиши 5 384 400 сўмни ташкил қилди.

Адабиётлар

1. Мухаммадиев М.М., Уришев Б.У. Энергоэффективные технологии при эксплуатации насосных станций. Монография-Т. ТГТУ, 114 с.
2. Уришев Б.У. Насос станцияларнинг эксплуатацияси ва энергетик самарадорлигини ошириш. Монография / Қарши. “Интеллект” нашриёти, 2021.- 132 б.
3. Данг Саун Хоа. Совершенствование режимов эксплуатации крупных насосных станций: Автореф. дис. докт. техн. наук-Ташкент: САНИИИРИ, 1996.28 с.
4. Камалов Т.С. Оптимизация режимов работы насосных станций-Ташкент: Фан - 1988. - 60 с.
5. Мамажонов М. Анализ эксплуатационных условий работы насосных станций сельскохозяйственного назначения // Вестник аграрной науки Узбекистана. ТашГАУ-Ташкент: 2004. № 1. с.77-80.
6. Гловацкий О.Я., Очилов Р.А. Совершенствование эксплуатации крупных мелиоративных насосных станций. В 3-х ч. - М.: Обзорная информ.ЦБНТИ Минводстроя СССР. 1990. - ч. I- III. - 90 с.