Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

СУВ ТАЪМИНОТИ МАГИСТРАЛ ҚУВУРЛАРИНИНГ ГИДРАВЛИК САМАРАДОРЛИГИНИ БАҲОЛАШ

Оразбаев А.Р.
Кутлымуратов Д.Ж.
Оразымбетов Б.Р.
Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат университети,
Нукус, Қорақалпоғистон.
https://doi.org/10.5281/zenodo.23214824

Аннотация. Мақолада ташқи сув таъминоти магистрал қувурларининг гидравлик иш режимини баҳолаш, қувур диаметри ва узунлигининг босим йўқотишларига таъсири ҳамда насос агрегатининг зарур напорини аниқлаш масалалари кўриб чиқилган. Тадқиқотда Ҳазен–Уильямс тенгламасидан фойдаланиб, 35 л/с ҳисобий сув сарфи учун турли диаметрдаги қувур участкалари бўйича гидравлик ҳисоб бажарилди. Ҳисоб натижалари асосида қувур диаметри кичрайиши билан солиштирма босим йўқотиши кескин ортиши кўрсатилди. Натижалар магистрал сув тармоқларини лойиҳалашда техник ва иқтисодий жиҳатдан асосланган диаметр танлаш ҳамда насос напорини белгилаш учун қўлланилиши мумкин.

Калит сўзлар: сув таъминоти, магистрал қувур, гидравлик ҳисоб, сув сарфи, босим йўқотиши, Ҳазен–Уильямс, насос напори, полиэтилен қувур, қувур диаметри.

1. Кириш

Сув таъминоти тизимлари аҳоли пунктлари, саноат ва ижтимоий объектларни узлуксиз ҳамда талаб этилган босимда сув билан таъминлашга хизмат қилади. Ташқи сув таъминоти тармоқларини лойиҳалашда сув сарфини аниқлаш билан бир қаторда, сувни истеъмолчига етказиб беришда юзага келадиган гидравлик йўқотишларни ҳисоблаш муҳим аҳамиятга эга. Ўзбекистонда ташқи сув таъминоти тармоқлари учун КМК 2.04.02-19 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» меъёрий ҳужжатлар тизимида қўлланилади; мазкур ҳужжат Ўзбекистон очиқ маълумотлар порталида ташқи сув таъминоти тармоқлари ва иншоотлари бўйича норматив ҳужжат сифатида келтирилган. 2026 йил март ойида ушбу нормаларга ўзгартириш ва қўшимчалар киритилгани LexUZ маълумотларида ҳам қайд этилган.

Магистрал тармоқ узунлиги катта бўлган ҳолатларда қувур диаметрининг гидравлик самарадорликка таъсири айниқса сезиларли бўлади. Диаметрнинг кичрайиши сув тезлигини оширади ва ишқаланиш натижасидаги босим йўқотишларини кўпайтиради. Диаметрни ортиқча катта қабул қилиш эса қурилиш материаллари, траншея ишлари ва монтаж харажатларини ошириши мумкин. Шу сабабли лойиҳалаш жараёнида гидравлик ва иқтисодий мезонларни биргаликда кўриб чиқиш мақсадга мувофиқ.

2. Тадқиқот мақсади ва вазифалари

Тадқиқотнинг мақсади — магистрал сув қувурларида ҳисобий сув сарфи таъсирида юзага келадиган гидравлик босим йўқотишларини аниқлаш ва қувур диаметрларининг сув ҳаракати тезлиги ҳамда умумий напорга таъсирини баҳолаш.

Белгиланган мақсадга эришиш учун қуйидаги вазифалар қўйилди: ҳисобий сув сарфини қабул қилиш; магистрал тармоқни ҳисобий участкаларга ажратиш; ҳар бир участка учун тезлик ва чизиқли босим йўқотишини аниқлаш; умумий гидравлик йўқотишни баҳолаш; олинган натижалар асосида насос напорига қўйиладиган талабларни шакллантириш.

3. Тадқиқот методикаси

Қувурлардаги чизиқли босим йўқотишларини баҳолаш учун Ҳазен–Уильямс формуласи қабул қилинди:

$$h^f = 10{,}67 \cdot L \cdot Q^{1.852} / (C^{1.852} \cdot d^{4.87})$$

бу ерда: h^f — ишқаланиш натижасидаги босим йўқотиши, м; L — қувур узунлиги, м; Q — сув сарфи, м³/с; C — Ҳазен–Уильямс коэффициенти; d — қувурнинг ички диаметри, м. Ҳисобда янги ва нисбатан силлиқ полиэтилен қувур учун шартли равишда C = 140 қабул қилинди.

Қувурдаги ўртача сув тезлиги қуйидаги ифода билан аниқланади:

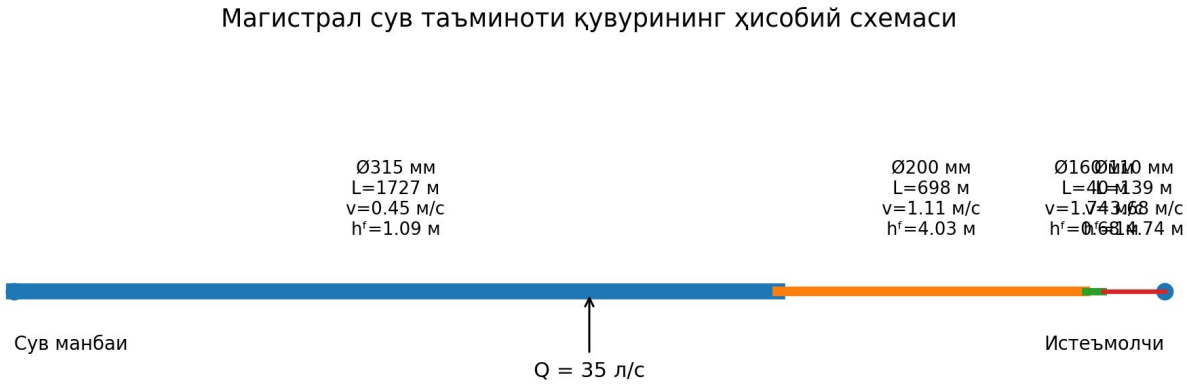
$$v = 4Q / (\pi d^2)$$

Насос станцияси учун зарур напорни баҳолашда қувурлардаги чизиқли йўқотишлардан ташқари геодезик баландлик фарқи, маҳаллий қаршиликлар ва истеъмолчида талаб қилинадиган қолдиқ босим ҳисобга олинади:

$$Ннас = Нгеод + Нэркин + \Sigma h^f + \Sigma hм$$

Ушбу мақолада асосий эътибор Σh^f — чизиқли босим йўқотишларига қаратилди. Маҳаллий қаршиликлар ва геодезик баландлик маълумотлари алоҳида лойиҳа маълумотлари асосида қўшилиши лозим.

4. Амалий ҳисоблаш объекти ва дастлабки маълумотлар



1-расм. Магистрал сув таъминоти қувурининг ҳисобий схемаси.

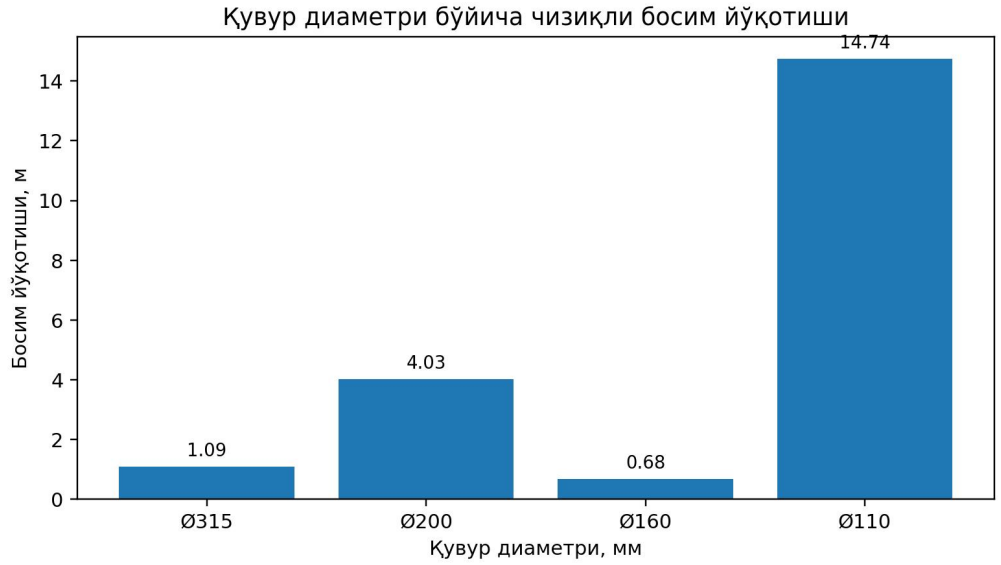
Ҳисобий намуна сифатида магистрал сув тармоғининг қуйидаги участкалари қабул қилинди: Ø315 мм — 1727 м; Ø200 мм — 698 м; Ø160 мм — 40 м; Ø110 мм — 139 м. Тармоқнинг умумий узунлиги 2604 м. Ҳисобий сув сарфи Q = 35 л/с, яъни 0,035 м³/с деб қабул қилинди. Ушбу сарф,

хусусан, бир вақтда бир нечта сув истеъмолчилари ёки ёнғин сув сарфи талаб қилинадиган режимни таҳлил қилишда намунавий ҳисобий ҳолат сифатида қаралади.

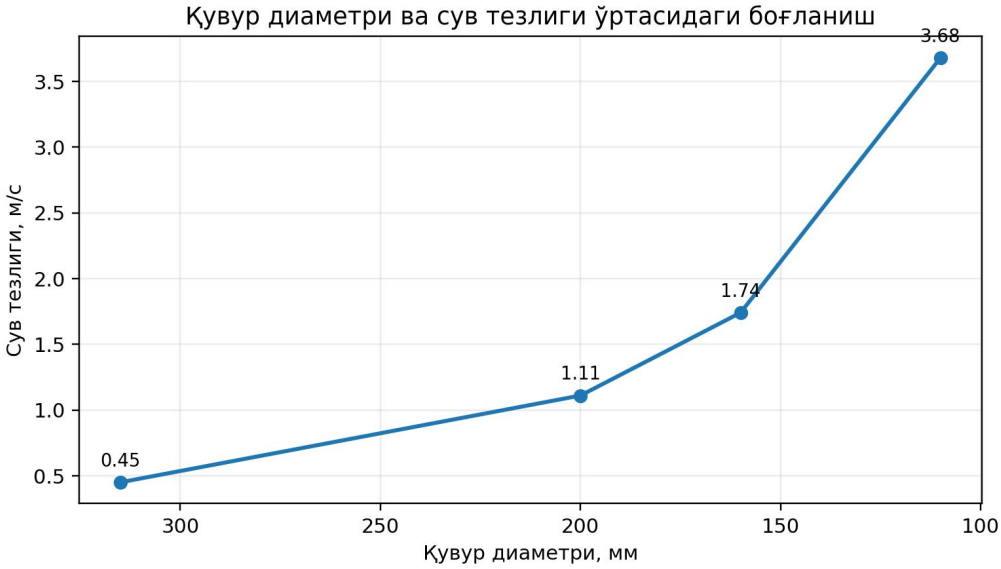
Участка	Диаметр, мм	Узунлик, м	Тезлик, м/с	h^f, м
1	315	1727	0.45	1.09
2	200	698	1.11	4.03
3	160	40	1.74	0.68
4	110	139	3.68	14.74

Ҳисоб натижасига кўра, умумий чизиқли босим йўқотиши $\Sigma h^f \approx 20.5$ м ни ташкил этади. Энг катта йўқотиш Ø110 мм участкага тўғри келади. Бу ҳолат диаметрнинг кичрайиши билан h^f нинг $d^{-4.87}$ даражага яқин кучли боғлиқлиги билан изоҳланади.

5. Ҳисоб натижаларининг таҳлили



2-расм. Участкалар бўйича чизиқли босим йўқотишлари графиги.



3-расм. Қувур диаметри ва сув тезлиги ўртасидаги боғланиш.

Ҳисоб жадвалидан кўриниб турибдики, бир хил 35 л/с сув сарфи сақланган ҳолатда қувур диаметри 315 мм дан 110 мм гача камайганда сув тезлиги сезиларли даражада ортади.

Диаметрнинг кичик бўлиши қувур девори бўйлаб ишқаланиш қаршилигини оширади ва натижада насос томонидан таъминланиши лозим бўлган напорга қўшимча талаб юзага келади.

Айниқса Ø110 мм участканинг нисбатан қисқа бўлишига қарамасдан, унинг босим йўқотиши катта диаметрли узун участкалар билан таққослаганда сезиларли бўлиши мумкин. Демак, магистрал тармоқни фақат умумий узунлик бўйича эмас, балки ҳар бир диаметрли участканинг гидравлик қаршилиги бўйича баҳолаш зарур.

Амалиётда қувур диаметрини танлашда фақат гидравлик йўқотишларни минималлаштириш мақсадга мувофиқ эмас. Катта диаметрли қувур қурилиш қийматини оширади, кичик диаметр эса насоснинг энергия сарфи ва эксплуатация харажатларини кўпайтиради. Шунинг учун оптимал диаметр техник-иқтисодий ҳисоб асосида танланиши керак.

Насос агрегатлари сони бир нечта бўлган тизимларда ишчи ва захира насосларнинг иш режими ҳам ҳисобга олинади. Масалан, иккита насос параллел ишласа, умумий ҳисобий сарф улар ўртасида тақсимланади; бир насос ишдан чиққанда захира агрегат тизимнинг зарур ишончлилигини сақлашга хизмат қилади. Насоснинг иш нуқтаси Q–H характеристикаси ва тармоқнинг системавий характеристикаси кесишган нуқтага яқин танланиши лозим.

6. Қувур диаметрининг гидравлик самарадорликка таъсири

Ҳазен–Уильямс тенгламасида диаметр $d^{4.87}$ даражада қатнашиши сабабли диаметри кичик участкаларда босим йўқотиши жуда тез ортади. Бу хусусият магистрал тармоқларни босқичма-босқич диаметрлашда муҳим аҳамиятга эга. Тармоқнинг бошланғич қисмида катта сарф мавжуд бўлгани учун каттароқ диаметр, истеъмол нуқталарига яқинлашганда сарф камайишига мувофиқ равишда кичикроқ диаметр қабул қилиниши мумкин.

Бироқ сарф ўзгармайдиган ҳолда диаметрини кескин камайтириш гидравлик жиҳатдан самарасиз бўлиши мумкин. Шунинг учун ҳар бир участканинг ҳисобий сарфи, узунлиги ва геодезик белгилари асосида гидравлик профил тузиш тавсия этилади.

Қувур материалининг гидравлик ғадир-будирлиги ҳам натижага таъсир қилади. Янги полиэтилен қувурларда ички сирт силлиқ бўлгани учун C коэффициенти юқори қабул қилиниши мумкин, аммо узоқ муддатли эксплуатация, чўкинди, арматуралар ва бошқа омиллар реал гидравлик қаршиликни ошириши мумкин. Шу сабабли лойиҳада қабул қилинган коэффициент норматив ва техник маълумотлар билан асосланиши лозим.

7. Амалий аҳамияти

Олинган натижалар ташқи сув таъминоти тармоқларини лойиҳалашда, мавжуд тармоқларни реконструкция қилишда ва насос станцияларини қайта танлашда қўлланилиши мумкин. Ҳисобий ёндашув қувур диаметрини асослаш, насос напорини аниқлаш ва электр энергияси сарфини камайтириш бўйича техник қарор қабул қилиш имконини беради.

Айниқса, узун магистрал қувурларда насос напорининг катта қисми қувурдаги ишқаланиш йўқотишларини қоплашга сарфланиши мумкин. Шунинг учун лойиҳанинг дастлабки босқичида бир нечта диаметр вариантини солиштириш ва кейин техник-иқтисодий жиҳатдан энг мақбул вариантни танлаш самарали усул ҳисобланади.

8. Хулоса

Тадқиқот натижалари магистрал сув таъминоти тармоқларида қувур диаметри гидравлик самарадорликнинг асосий омилларидан бири эканини кўрсатди. 35 л/с ҳисобий сув сарфи учун Ø315, Ø200, Ø160 ва Ø110 мм участкалардан ташкил топган тармоқ намунасида Ҳазен–Уильямс усули асосида чизиқли босим йўқотишлари аниқланди.

Ҳисоб натижаларига кўра, кичик диаметрли участка тармоқнинг умумий гидравлик қаршилигига катта таъсир кўрсатиши мумкин. Шу сабабли магистрал қувур диаметрини танлашда фақат сув ўтказиш қобилияти эмас, балки умумий босим йўқотиши, насос напори, энергия сарфи ва қурилиш қиймати ҳам биргаликда баҳоланиши зарур.

Келгуси тадқиқотларда қувур диаметрининг бир нечта вариантлари учун техник-иқтисодий солиштириш, насос агрегатларининг Q–H характеристикалари, геодезик баландликлар ва маҳаллий қаршиликларни ҳисобга олган ҳолда тўлиқ гидравлик модел ишлаб чиқиш мақсадга мувофиқ.

Фойдаланилган адабиётлар

1. КМК 2.04.02-19. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. — Тошкент.
2. Ўзбекистон Республикаси очиқ маълумотлар портали. Лойиҳалаш ва қурилиш соҳасидаги меъёрий ҳужжатлар рўйхати.
3. Ўзбекистон Республикаси Қурилиш ва уй-жой коммунал хўжалиги вазирининг 18.03.2026 й. №01/2-9 буйруғи — КМК 2.04.02-19 га ўзгартириш ва қўшимчалар.
4. Hazen A., Williams G.S. Hydraulic Tables. — New York, 1905.
5. Михайлов А.В. Водоснабжение и водоотведение. — Москва.
6. ГОСТ 21.601-2011. Система проектной документации для строительства. Водопровод и канализация.