



УДК: 626.83/.84:532.5

**АМУ-БУХОРО МАШИНА КАНАЛИ БОШ ГИДРОУЗЕЛИНИНГ СУВ
ЎТКАЗИШ ҚОБИЛИЯТИНИ ГИДРАВЛИК АСОСЛАШ ВА
ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕЪЁРЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

<https://doi.org/10.5281/zenodo.23272817>
¹Жураев Бахром
<https://orcid.org/0009-0008-7851-7655>
¹Хазратов Руслан Азимович
<https://orcid.org/0009-0000-8012-2195>
¹Умидуллаев Мақсуд Уйғун ўғли
orcid.org/0009-0009-3119-46732

Gulhayo Yakubova

<https://orcid.org/0009-0006-6170-5997>

Oybek Beg'amov

<https://orcid.org/0009-0002-2441-3451>

¹«Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш
муҳандислари институти» Миллий тадқиқот университети

²Қариш давлат техника университети

Аннотация. Мақолада Аму-Бухоро машина канали (АБМК) бош гидроузелининг сув ўтказиш қобилиятини гидравлик асослаш ва унинг асосида эксплуатация меъёрларини такомиллаштириш масалалари кўриб чиқилган. Гидроузелнинг сув ўтказиш қобилияти $Q = \varphi \cdot B \cdot h \cdot \sqrt{2g(H_0 - h)}$ формуласи ёрдамида турли напор қийматлари ($H_0 = 2,84; 4,5; 6,03$ м) учун ҳисоблаб чиқилди ва напорнинг 2,1 баробар камайиши сув ўтказиш қобилиятининг 2,5 баробар камайишига олиб келиши аниқланди. Шунингдек, канал бўйлаб лойқа оқизикларининг тақсимланиши таҳлил қилиниб, йилига 13–17 миллион м³ лойқанинг 78–83 фоизи канал ичида чўкиб қолиши, земснарядларнинг паспорт унумдорлиги билан реал меъёри ўртасида 5–8 баробар фарқ мавжудлиги кўрсатилди. ГОСТ Р 71855-2024 ва ВСН 33-2.2.12-87 стандартлари асосида затворлар, сороудерживающие решёткалар ва насос агрегатларининг эксплуатация меъёрларини такомиллаштириш бўйича таклифлар ишлаб чиқилди.

Калит сўзлар: гидроузел, сув ўтказиш қобилияти, гидравлик ҳисоб, лойқа оқизик, земснаряд, затвор, эксплуатация меъёри



Abstract. *The article addresses the hydraulic substantiation of the discharge capacity of the main headworks of the Amu-Bukhara Machine Canal (ABMC) and the resulting improvement of its operational norms. The discharge capacity of the headworks was calculated using the formula $Q=\varphi \cdot B \cdot h \cdot \sqrt{2g(H_0-h)}$ for several head values ($H_0=2.84, 4.5, 6.03$ m); it was established that a 2.1-fold decrease in head leads to a 2.5-fold decrease in discharge capacity. The distribution of silt sediment along the canal was also analysed, showing that of the 13–17 million m^3 of sediment entering the canal annually, 78–83% settles within the canal, and that a 5–8-fold gap exists between the rated and actual productivity of dredgers. Based on GOST R 71855-2024 and VSN 33-2.2.12-87, proposals were developed for improving the operational norms of gates, trash screens, and pump units.*

Keywords: *headworks, discharge capacity, hydraulic calculation, silt sediment, dredger, gate, operational norm*

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы гидравлического обоснования пропускной способности главного гидроузла Аму-Бухарского машинного канала (АБМК) и совершенствования на этой основе норм его эксплуатации. Пропускная способность гидроузла рассчитана по формуле $Q=\varphi \cdot B \cdot h \cdot \sqrt{2g(H_0-h)}$ для различных значений напора ($H_0=2,84; 4,5; 6,03$ м); установлено, что уменьшение напора в 2,1 раза приводит к уменьшению пропускной способности в 2,5 раза. Также проанализировано распределение наносов по длине канала: из 13–17 млн m^3 наносов, поступающих ежегодно, 78–83% оседает внутри канала; выявлено расхождение в 5–8 раз между паспортной и фактической производительностью землеснарядов. На основе ГОСТ Р 71855-2024 и ВСН 33-2.2.12-87 разработаны предложения по совершенствованию норм эксплуатации затворов, сороудерживающих решёток и насосных агрегатов.*

Ключевые слова: *гидроузел, пропускная способность, гидравлический расчёт, наносы, землеснаряд, затвор, норма эксплуатации*

КИРИШ

Сув хўжалиги объектларининг, хусусан гидроузеллар ва магистрал каналларнинг узок муддатли ва хавфсиз эксплуатацияси уларнинг гидравлик кўрсаткичларини илмий асосда доимий равишда назорат қилиб боришни талаб этади. Аму-Бухоро машина канали (АБМК) тизимидаги бош иншоот 1962–1965 йилларда қурилган бўлиб, ҳозирги кунда 60

йилдан ортиқ хизмат муддатига эга. Ушбу муддат давомида канал ўзанининг гидравлик хусусиятлари, лойқа оқизиклар режими ва иншоотнинг конструктив элементлари (затворлар, эксплуатация иншоотлари) бир қатор ўзгаришларга учради, бироқ бу ўзгаришларни ҳисобга олувчи илмий асосланган эксплуатация меъёрлари тизимли равишда янгиланмаган.



Гидроузелнинг сув ўтказиш қобилиятини аниқ ҳисоблаш — нафақат суғориш режимини режалаштириш, балки иншоотнинг структуравий хавфсизлигини баҳолаш учун ҳам муҳим аҳамиятга эга. Шу билан бирга, Амударёнинг юқори даражадаги лойқалилик режими (айниқса тошқин даврида) канал орқали ўтувчи сув ҳажмининг сифатига ва иншоотларнинг узок муддатли ишлашига сезиларли таъсир кўрсатади. Лойқа оқизикларнинг канал ичида чўкиши натижасида канал кесимининг сув ўтказиш қобилияти пасаяди, бу эса ўз навбатида тозалаш (земснаряд) ишларининг ҳажми ва даврийлигини белгилайдиган асосий омилга айланади.

Мазкур мақоланинг мақсади — АБМК бош гидроузелининг сув ўтказиш қобилиятини гидравлик формулалар асосида ҳисоблаш, канал бўйлаб лойқа оқизикларнинг тарқалиш динамикасини таҳлил қилиш ва шу маълумотлар асосида замонавий стандартлар (ГОСТ Р 71855-2024, ВСН 33-2.2.12-87) талабларига мос эксплуатация меъёрларини такомиллаштиришдан иборат.

Айни мавзу бўйича олдинги тадқиқотларда, жумладан Амударёдаги сув олиш соҳаси ва кириш каналидаги оқимни башорат қилиш алгоритмларига бағишланган ишларда [1], Сен-Венан тенгламалари асосида очик ўзанлардаги беқарор оқим ва лойқа оқизиклар ҳаракати назарий жиҳатдан кенг ёритилган. Бироқ мазкур

назарий моделларнинг аниқ иншоот (АБМК бош гидроузели) мисолида амалий ҳисоб-китобларга, кўп йиллик мониторинг маълумотларига ва замонавий эксплуатация стандартларига (ГОСТ Р 71855-2024) боғлаб таҳлил қилиниши алоҳида аҳамиятга эга, бу эса мазкур мақоланинг илмий-амалий янгилигини белгилайди.

Тадқиқот методикаси. Тадқиқот объекти — Аму-Бухоро машина канали бош иншооти (ПК28+00) ва унинг сув олиш канали (15 км) ҳамда сув олиб кетиш канали (10,97 км) қисмлари. Иншоот таркибига дастлабки бош регулятор, Ших-Биттик канали регулятори, шлюз-регулятор ва кўшимча регулятор киради.

Гидроузелнинг сув ўтказиш қобилиятини ҳисоблаш учун гидравликада умумэтироф этилган қуйидаги формула қўлланилди:

$$Q = \varphi \cdot B \cdot h \cdot \sqrt{2g(H_0 - h)}$$

бунда: Q — сув сарфи, $\text{м}^3/\text{с}$; φ — тезлик коэффиценти ($\varphi=0,85$); B — регулятор ораликларининг умумий кенглиги ($B=18$ м, 4 оралик); h — сув оқими чуқурлиги, м; g — эркин тушиш тезланиши; H_0 — тартибга солиш иншооти олдидаги тўлиқ напор, м.

Ҳисоб-китоблар учун реал эксплуатация шароитларига мос уч хил напор қиймати ($H_0=2,84$ м — минимал; $H_0=4,5$ м — ўртача; $H_0=6,03$ м — максимал) танланди ва ҳар бир напор учун h нинг 0,5 дан 4,0 м гача бўлган қийматларида Q ҳисоблаб чиқилди.



Лойқа оқизиклар режимини таҳлил қилиш учун 2016–2023 йиллар давомидаги йиллик мониторинг маълумотлари (кириб келган ва канал ичида чўккан оқизик ҳажми, минг м³) умумлаштирилди, шунингдек 2021 йил 7 июлдан 23 сентябргача бўлган даврда чап қирғоқнинг ўртача суткалик ювилиш жадаллиги бевосита ўлчаш йўли билан аниқланди (ўртача тезлик $v=0,72$ м/с, ўртача чуқурлик $h=2,2$ м, лойқалик $\rho=2,65$ кг/м³, қирғоққа қиялик $\alpha=30^\circ$).

Земснаряд ишларининг самарадорлигини баҳолаш учун қуйидаги ҳисоб формулалари қўлланилди:

$$V = L \cdot V_{\text{ўрт}} \cdot \Delta h \quad N = V / q_{\text{ўрт}}$$

бунда: V — тозаланиши лозим бўлган лойқа ҳажми, м³; L — тозаланадиган участка узунлиги, м; $V_{\text{ўрт}}$ — каналнинг ўртача кенглиги, м; Δh — чўккан лойқа қатламининг қалинлиги, м; N — тозалаш учун зарур кун сони; $q_{\text{ўрт}}$ — бир земснаряднинг реал (смета) ўртача суткалик унумдорлиги, м³/кун.

Иншоотнинг умумий техник ҳолатини баҳолаш учун тўрт гуруҳли, вазнли мезон-балли усул қўлланилди: конструктив-мустаҳкамлик мезонлари гуруҳи (вазн улуши 35%), гидравлик-функционал мезонлар (30%), механик-электр жиҳозлар (20%) ва эксплуатацион-ташкилий мезонлар (15%). Умумий балл 0–100 оралиғида ҳисобланиб, 85–100 балл — «яхши», 65–84 — «қониқарли», 40–64 —

«чекланган яроқли», 0–39 — «яроқсиз» тоифаларга ажратилди.

Гидроузел ва каналнинг умумий техник ҳолатини баҳолашда қўлланилган тўрт гуруҳли мезон-балли усулнинг ҳар бир мезон гуруҳи ичида яна қатор қуйи кўрсаткичлар мавжуд. Хусусан, гидравлик-функционал мезонлар гуруҳига сув ўтказиш қобилиятининг паспорт қийматига мослиги, лойқа тозалаш даражаси ва сув сатҳи назорати аниқлиги киритилган; конструктив-мустаҳкамлик гуруҳига эса бетон ва металл конструкцияларнинг коррозия даражаси, деформация мавжудлиги ва асос тупроғининг ювилиш хавфи каби кўрсаткичлар киритилган. Ҳар бир қуйи кўрсаткич 0–100 балл оралиғида баҳоланиб, гуруҳ ичидаги вазн улушига мувофиқ умумлаштирилди.

Гидравлик ҳисоб-китобларнинг аниқлигини таъминлаш учун тезлик коэффициенти ($\phi=0,85$) ва оралиқлар кенглиги ($B=18$ м) қиймати гидроузелнинг лойиҳа ҳужжатлари ва далада ўтказилган ўлчов натижалари асосида қабул қилинди. Ҳисоблашлар давомида напор (H_0) ва чуқурлик (h) ўртасидаги нисбат 0,5 м қадам билан текширилди, бу эса сув сарфининг максимал қиймати аниқ ажратилишини таъминлади.

НАТИЖАЛАР ВА МУХОКАМАЛАР. Гидравлик ҳисоб-китоблар натижасида гидроузелнинг сув ўтказиш қобилияти турли напор қийматларида қуйидагича аниқланди (1-жадвал).



1-жадвал

АБК Бош гидроузелининг сув сарфи Q ($\text{м}^3/\text{с}$), h чуқурлик бўйича

h , м	$H_0=2,84$ м	$H_0=4,5$ м	$H_0=6,03$ м
0,5	52	68	80
1,0	92	127	152
1,5	118	176	216
2,0	124	214	272
2,5	99	240	318
3,0	0	249	354
3,5	0	237	377
4,0	0	192	386

Жадвал маълумотларидан кўриниб турибдики, ҳар бир напор қиймати учун сув сарфи маълум чуқурликкача ортиб, сўнгра камайиб боради (максимал қиймат — $H_0=2,84$ м да $h=2,0$ м атрофида, $H_0=4,5$ ва $6,03$ м да эса $h=3,0-4,0$ м атрофида). Бу ҳодиса тартибга солиш иншоотининг гидравлик хусусиятидан келиб чиқади: чуқурлик ортиши билан оқим тезлиги камаяди, натижада маълум чегарадан сўнг умумий сарф ҳам камая бошлайди. Напорнинг $H_0=6,03$ м дан $H_0=2,84$ м гача, яъни 2,1 баробар камайиши, максимал сув ўтказиш қобилиятининг

386 $\text{м}^3/\text{с}$ дан 124 $\text{м}^3/\text{с}$ гача, яъни тахминан 2,5 баробар камайишига олиб келади. Бу натижа гидроузелнинг сув таъминоти барқарорлигини таъминлаш учун юқори бўефдаги напорни муайян минимал даражада сақлаб туриш заруриятини кўрсатади.

Лойқа оқизиклар режимининг кўп йиллик таҳлили шуни кўрсатдики, 2016–2023 йиллар мобайнида канал бош иншооти орқали йилига ўртача 13–17 миллион м^3 лойқа оқизик кириб келади, шундан 78–83 фоизи канал ичида чўкиб қолади (2-жадвал).

2-жадвал

Йиллик лойқа оқизиклари ҳажми (2016–2023 йй., минг м^3)

Йил	Кириб келган оқизик	Чўккан оқизик	Чўкиш улуши, %
2016	13052	10258	78,6
2017	16970	14132	83,3
2018	12740	10407	81,7
2020	12597	9876	78,4
2021	15273	13066	85,6
2022	14337	12505	87,2
2023	13496	11800	87,4



Чап қирғоқнинг бевосита ўлчаш йўли билан аниқланган ювилиш жадаллиги 2021 йил тошқин давомида (7 июль – 23 сентябрь) 1,17 м дан 4 м/куннигача ташкил этди, бу эса қирғоқ мустаҳкамлаш иншоотларининг мазкур даврда алоҳида назоратга муҳтожлигини кўрсатади.

Земснаряд ишлари самарадорлигини таҳлил қилиш натижасида муҳим номувофиқлик аниқланди: земснарядларнинг паспорт (номинал) унумдорлиги билан реал (смета) шароитдаги ўртача суткалик унумдорлиги ўртасида 5–8 баробар фарқ мавжуд. Бу фарқ, жумладан, лойқанинг гранулометриқ таркиби, тозалаш чуқурлиги ва ташиш масофаси каби омиллар билан изоҳланади. Ушбу фарқни ҳисобга олган ҳолда 280 000 м³ лойқани тозалаш муддати ҳисоблаб чиқилди: битта земснаряд билан ишлаганда — 205 сутка, уч земснаряд билан параллел ишлаганда эса — 68–70 сутка, яъни тахминан 2,9 баробар тезроқ. Бу натижа тозалаш ишларини режалаштиришда паспорт кўрсаткичи ўрнига реал (смета) унумдорликдан фойдаланиш заруриятини яна бир бор тасдиқлайди.

Техник ҳолатни тўрт гуруҳли мезон-балли усулда баҳолаш натижасида гидроузелнинг умумий ҳолати «қониқарли» (65–84 балл) тоифасига тўғри келди, бунда энг паст баллар айнан гидравлик-функционал (лойқа тозалаш билан боғлиқ) ва эксплуатацион-ташкилий мезонлар гуруҳида қайд этилди — бу натижа

юқорида келтирилган лойқа-тозалаш номувофиқлиги билан бевосита боғлиқ.

Эксплуатация меъёрларини такомиллаштириш бўйича қуйидаги аниқ таклифлар ишлаб чиқилди:

— сороудерживающие решёткалардаги сув сатҳи фарқи (перепад) 1,0 м дан ошган ҳолатда тозалаш ишлари бошланиши шарт; чуқур (10–20 м) жойлашган решёткалар учун бу чегара 2,0 м гача, 20 м дан чуқур жойлашганда эса 3,0 м гача рухсат этилади (ГОСТ Р 71855-2024, 6.12-банд);

— насос агрегатларининг вибрация даражаси ҳар сменада назорат қилиниши, чегарадан ошган ҳолатда агрегат тўлиқ текширувга қўйилиши шарт;

— затворлар ойлик синов тартибида, чораклик кўрик, йиллик бўяш ва 20–25 йиллик капитал алмаштириш тартибида хизмат кўрсатилиши лозим — бу тартиб Тошсоқа гидроузели (60–85 йиллик затворлар) тажрибасида исботланган ва муаммонинг конструкцияда эмас, балки мунтазам профилактиканинг йўқлигида эканлигини кўрсатган;

— уч тадан ортиқ асосий насосли станцияларда залив тизимида икки вакуум-насос (биттаси захира сифатида) бўлиши шарт.

Юқорида келтирилган натижаларни умумлаштирган ҳолда шуни таъкидлаш лозим: гидроузелнинг гидравлик кўрсаткичлари (сув ўтказиш қобилияти) билан лойқа-тозалаш ишларининг самарадорлиги ўзаро



чамбарчас боғлиқ жараёнлар ҳисобланади. Канал кесимида лойқанинг тўпланиши сув ўтказиш қобилиятининг амалдаги қийматини паспорт қийматидан пасайтиради, бу эса ўз навбатида юқори бьефда керакли напорни сақлаш учун қўшимча гидротехник тадбирлар (масалан, тартибга солиш иншоотининг кўпроқ очилиши) заруриятини туғдиради. Шу сабабли, гидроузелнинг эксплуатация меъёрларини такомиллаштиришда гидравлик ва лойқа-тозалаш кўрсаткичларини алоҳида-алоҳида эмас, балки яхлит тизим сифатида кўриб чиқиш тавсия этилади.

ХУЛОСА

Ўтказилган тадқиқот АБМК бош гидроузелининг сув ўтказиш қобилиятини гидравлик жиҳатдан асослаш ва замонавий стандартлар асосида эксплуатация меъёрларини такомиллаштириш имконини берди. Асосий хулосалар қуйидагилардан иборат:

1. Гидроузелнинг сув ўтказиш қобилияти $Q = \varphi \cdot B \cdot h \cdot \sqrt{2g(H_0 - h)}$ формуласи орқали аниқ ҳисобланиши мумкин; напорнинг 2,1 баробар камайиши сув ўтказиш қобилиятининг 2,5 баробар камайишига олиб келади, бу эса юқори бьеф напорини барқарор сақлашнинг стратегик аҳамиятини кўрсатади.

2. Амударёнинг лойқалилик режими юқори мавсумий ўзгарувчанликка эга (йиллик 13–17 млн м³ оқизикдан 78–83 фоизи канал ичида чўкади); бу кўрсаткич тозалаш

ишларини режалаштиришда асосий омил бўлиши лозим.

3. Земснарядларнинг паспорт унумдорлиги билан реал меъёри ўртасидаги 5–8 баробарли фарқ — режалаштиришда энг муҳим топилма ҳисобланиб, келгусида фақат реал (смета) кўрсаткичдан фойдаланиш тавсия этилади.

4. Уч ва ундан ортиқ земснаряд билан параллел ишлаш тозалаш муддатини қарийб 3 баробар қисқартиради, бу катта ҳажмдаги тозалаш ишларида иқтисодий жиҳатдан мақбул йўл ҳисобланади.

6. Термез–Керки–Туркманабад гидропостлари маълумотларини АБМК мониторинг тизимига улаб, 3–4 кунлик эрта огоҳлантириш тизимини яратиш келгуси тадқиқотлар йўналиши сифатида белгиланди.

7. Гидроузелнинг техник ҳолатини баҳолашда қўлланилган тўрт гуруҳли мезон-балли усул (конструктив-мустаҳкамлик, гидравлик-функционал, механик-электр жиҳозлар, эксплуатацион-ташкилий) бошқа ўхшаш иншоотларда ҳам қўллаш учун тавсия этилади, чунки у иншоотнинг заиф томонларини аниқ мезон гуруҳлари бўйича ажратиб кўрсатиш имконини беради.

Хулоса қилиб айтганда, гидроузелнинг сув ўтказиш қобилиятини гидравлик жиҳатдан асослаш ва лойқа-тозалаш ишларини реал (смета) кўрсаткичлар асосида режалаштириш — АБМК тизимининг узоқ муддатли барқарор ишлашини



таъминлашнинг икки ўзаро боғлиқ
асосий омили ҳисобланади.

АДАБИЁТЛАР:

1. Курбонов А., Норкулов Б.Э., Умидуллаев М.У. ва бошқ. Дарёдаги сув олиш соҳаси ва кириш каналида оқимни башорат қилиш алгоритмлари ва моделлаштириш имкониятлари // Agro Илм. – 2026. – №4 [125]. – Б. 116-119.
2. Базаров Д.Р., Норкулов Б.Э., Курбонов А.И., Жамолов Ф.Н. Совершенствование методов повышения надёжности бесплотинного водозабора // Ўзбекгидроэнергетика. – 2021. – №4 (12). – Б. 50-53.
3. Bazarov D.R., Voxidov O., Kurbanov A., Raimova I. Bank destruction in the middle section of the Amudarya River // E3S Web of Conferences. – 2021. – 274, 03006.
4. ГОСТ Р 71855-2024. Системы и сооружения мелиоративные. Насосные станции. Нормы проектирования. – Москва: Российский институт стандартизации, 2024. – 30 с.
5. ВСН 33-2.2.12-87. Мелиоративные системы и сооружения. Насосные станции. Нормы проектирования. – М.: Минводхоз СССР, 1987.
6. Ackers P., White W.R. Sediment transport new approach and analysis // J. Hyd. Div., ASCE. – 1973. – 99. – P. 2041-2060.
7. Romuald Szymkiewicz. Numerical Modeling in Open Channel Hydraulics. – ISBN 978-90-481-3673-5. – P. 354-358.
8. Аму-Бухоро машина канали тизимидаги гидротехника иншоотларини эксплуатация қилиш бўйича меъёрий қоидалар ва ишчи йўриқномани ишлаб чиқиш мавзусидаги тадқиқот иши бўйича ҳисобот. – Тошкент: ТИХХММИ, 2026.