

GIDROTEKNIK INSHOOTLARDA SUV HISOBINI RAQAMLASHTIRISHDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR

Nuriddinov Sardor Boboyarovich

Olmaliq davlat texnika instituti dotsenti,

Ergashov Baxrom

Olmaliq davlat texnika

instituti, 13-24 EM 2-bosqich talabasi,

G'ofurov Shovkatjon Norqul o'g'li

Olmaliq davlat texnika insituti,

13-24 EM 2-bosqich talabasi

Annotatsiya. Suv resurslarining aniq hisobini amalga oshirish, iste'molchiga kerakli suv miqdorini o'z vaqtida yetkazib berish bugungi kunda eng dolzarb masalalardan biridir. Hozirda gidrotexnika inshootlaridan samarali foydalanishda innovatsion texnologiyalarning zarurati oshib bormoqda. Suv hisobini raqamlashtirishda turli xil qurilmalar mavjud bo'lib, ulardan foydalanishda energiya, iqtisodiy texnologik muammolar qatorida gidravlik jihatlar ham alohida e'tibor talab etadi. Ma'lumki, gidrotexnik inshootlarda suv sarfi hisobini amalga oshirish va boshqarishda turli xil darvoza "zatvor"lardan keng foydalaniladi. Gidravlik nuqtayi nazaridan inshootlardagi darvozalardan suv o'tishi ancha murakkab jarayon. Suv sathini nazorat qilish va o'lchash uchun ko'p funksiyali qurilmalardan foydalanish zarurati tug'iladi. Mazkur maqola gidrotexnik inshootlardan o'tayotgan suv sarfini aniqlashni raqamlashtirishga qaratilgan. Gidrotexnik inshootlar zatvorlari ostidan o'tayotgan suv sarfini aniqlashda ham yuqori b'efdagi, ham pastki b'efdagi jarayonlarni inobatga olib, suv hisobini raqamlashtirishning gidravlik modeli ishlab chiqilgan. Gidrotexnik inshootlar zatvorlarining yuqori va pastki b'eflarida suv sathi o'zgarishini vertikal harakatlanadigan yassi gidrotexnik zatvor ko'tarilishiga bog'liq ravishda aniqlashning hisoblash usuli tavsiya etildi. Gidrotexnik inshoot zatvorlarida suv sathi va sarfini nazorat qilish hamda o'lchashni boshqarish tizimining strukturaviy sxemasi ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: gidrotexnik inshoot, zatvor, gidravlik model, suv sarfi, napor, sarf koeffitsiyenti.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ЦИФРОВИЗАЦИИ УЧЁТА ВОДЫ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Тожибоев Сухробхон Жафар угли¹,

Журабоев Исмоилжон Илхомович²

Kirish

Bugungi kunda suv resurslaridan samarali foydalanishda suv hisobini raqamlashtirish muhim ahamiyat kasb etib bormoqda. O'lchashning zamonaviy texnik vositalarini yaratish hamda takomillashtirish masalalari suv resurslaridan samarali foydalanishda dolzarb masalaga aylangan. Ochiq sug'orish inshootlarida suv sathi va sarfini o'lchashda texnologik jarayonlar tomonidan qo'yiladigan talablarga javob beruvchi "aqlli" qurilmalar yaratishda muayyan ishlar amalga oshirilgan (Arifjanov & Tojiboyev, 2022; Arifjanov et al., 2022; Dulhoste et al., 2004). Hozirda suv sarfi hisobiekis va statsionar rejimda ishlaydigan sharoitlarda, jumladan, gidropostlarda raqamlashtirilmoqda (Arifjanov & Tojiboyev, 2021). Gidrotexnik inshootlarda suv sathi va sarfini nazorat qilish hamda o'lchash uchun ko'p funksiyali innovatsion qurilmalar ishlab chiqish lozim.

Sug'orish tizimlarida resurs tejamkor, suv sarfining aniq miqdorini aniqlash uchun keng ko'lamda avtomatik boshqarish va nazorat qilish jarayonlarini joriy qilish masalalari qator adabiyotlardan ma'lum (Arifjanov & Fatxullaev, 2020; Sauda, 2014).

Mazkur maqola gidrotexnik inshootlardan o'tayotgan suv sarfini aniqlashni raqamlashtirishga qaratilgan bo'lib, o'lchov qurilmalaridan zatvorlar ostidan o'tayotgan suv sarfini aniqlashda inshootning yuqori va pastki b'eflaridagi gidravlik jarayonlar inobatga olingan. Gidrotexnik inshootlar darvozalaridan o'tayotgan suv sarfini aniqlashda faqat suv sarfini baholash yetarli emas. Vertikal zatvor harakati davomida inshoot b'eflarida o'zgarishlar yuzaga keladi.

Material va metodlar

Vertikal tekis gidrotexnik zatvorlardan o'tayotgan suv hajmini baholash uchun zamonaviy raqamlashtirilgan tizimlardan foydalanishda oqim gidravlikasini inobatga olish lozim (Tojiboyev & Ochilov, 2021; Rajaratnam & Subramanaya, 2020). Zatvorlar harakatini tizimli boshqarishda ularning harakat kinematikasini baholash zarur. Ma'lumki, zatvorlarning ochilib yopilishi hisobiga gidrotexnik inshootlarda suv sarfi boshqariladi. Suv tomonidan yassi zatvorlarga ta'sir etuvchi bosim kuchi statsionar holatda suv sathi va zatvor konstruksiyasiga bog'liq. Zatvor harakatga keltirilganda, bosim kuchi zatvorning ochilishiga ko'ra aniqlanadi. Ayni damda zatvorning ochilishi va uning harakat trayektoriyasi zatvordan o'tayotgan suv miqdorini belgilashga asos bo'ladi (Monem & Hosseinzade, 2011).

Tadqiqot natijalari

Gidrotexnik inshootlardagi zatvorlar ostidan o'tayotgan suv sarfini baholashda ikki xil holat, ya'ni zatvor ostidan suvning erkin va ko'milgan holatda o'tishi alohida ahamiyatga ega.

Yuqorida bayon etilganlarni inobatga olib, gidrotexnik inshootlarda o'rnatilgan zatvorlar ostidan o'tayotgan suv sarfini baholashni raqamlashtirish quyidagi gidravlik

model bo'yicha amalga oshiriladi.

To'g'ri to'rtburchakli zatvor ostidan suvning erkin o'tishida suv oqimi miqdoriga pastki b'efdagi oqim sathi ta'sir qilmasa, zatvor ostidan suv erkin holatda o'tadi (1-rasm) va suv sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$QQ = \mu ab \sqrt{2g(H_0 - \varepsilon \varepsilon a)} \quad (1)$$

Bu yerda: $H_0 = H + \frac{\alpha v_0^2}{2g}$ - to'la napor;

H - geometrik napor;

a - zatvorning ochilish balandligi;

b - zatvor eni;

v_0 - zatvor oldidagi oqim tezligi;

ε - siqilish koeffitsiyenti;

μ - sarf koeffitsiyenti;

g - erkin tushish tezlanishi;



1-rasm. To'g'ri burchakli zatvor ostidan suvning erkin o'tishi

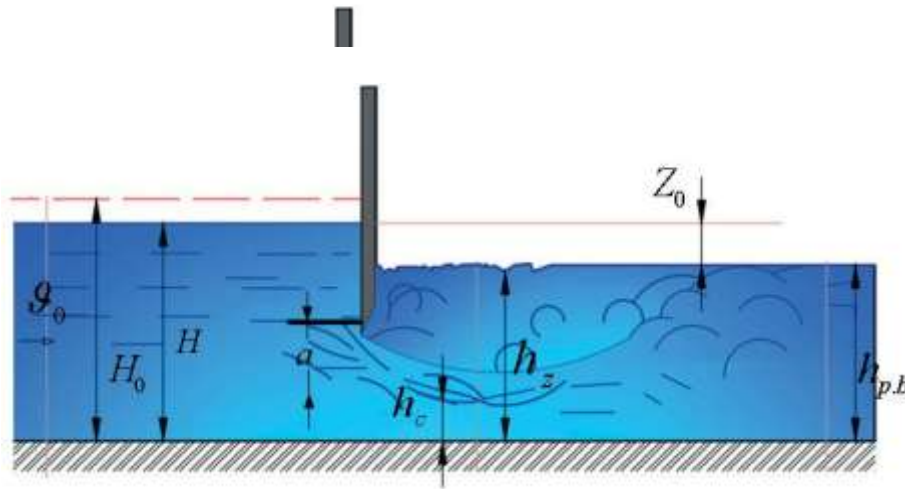
Bu jarayonda oqim va inshoot parametrlari ma'lum bo'lganda, asosiy muammo sarf koeffitsiyentini aniqlashdir. Tabiiy dala sharoitida olib borilgan tadqiqotlarda sarf koeffitsiyenti topilgan.

Suv zatvor ostidan ko'milgan holda o'tganda, suv sarfini aniqlash erkin o'tishga nisbatan ancha murakkablashadi, ya'ni ko'proq parametrlarga bog'liq bo'ladi. To'g'ri to'rtburchakli zatvor ostidan o'tayotgan suvning ko'milganlik holati ikki turga bo'linadi: to'liq ko'milgan va to'liq ko'milmagan (Kubrak et. al., 2020).

To'liq ko'milgan holat (2-rasm) uchun zatvor ostidan o'tayotgan suv sarfi quyidagicha aniqlangan:

$$QQ = \mu ab\sqrt{2gZ_0} \quad (2)$$

Bu yerda Z_0 – b'eflardagi sathlar farqi.

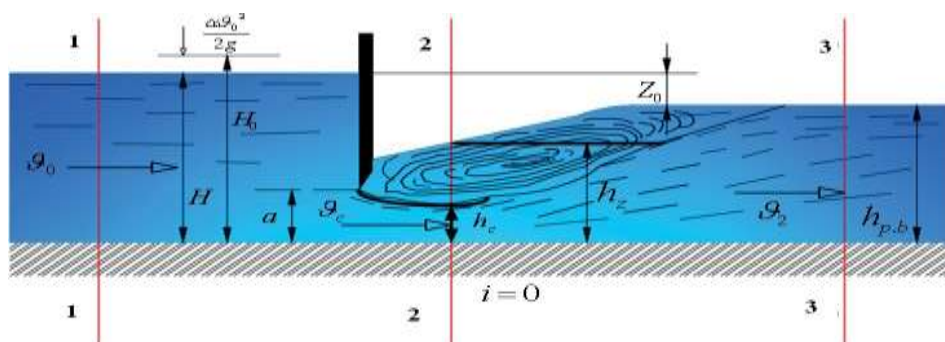


2-rasm. To'g'ri burchakli zatvor ostidan suvning ko'milgan holda o'tishi

Bu holatda ham oqim sarfini baholash uchun sarf koeffitsiyentini aniqlashga xuddi teshiklardan o'tayotgan holat sifatida qarash mumkin va shunday yondashuv orqali aniqlanadi.

Suv to'g'ri to'rtburchakli zatvor ostidan to'liq ko'milmagan (3-rasm) holatda o'tganda, suv sarfini aniqlash gidravlikada qabul qilingan usullardan foydalanib amalga oshirilgan.

Zatvor ostidan suvning to'liq ko'milmagan holatda o'tishiga oid juda kam tadqiqot olib borilgan. Nazariy asosning yo'qligi sababli ε siqilish koeffitsiyenti zatvor ostidan suvning erkin o'tishi kabi taxminan bir xil bo'ladi.



3-rasm. To'g'ri burchakli zatvor ostidan suvning to'liq ko'milmagan holda o'tishi

Zatvor ostidan o'tayotgan suv sarfini aniqlashda (3-rasm) 1-1 va 2-2 kesimlar uchun

D. Bernulli tenglamasi yozilgan va quyidagi ifoda keltirilgan:

$$QQ = \mu ab \sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (3)$$

Keltirilgan ifodadan to'liq foydalanishda ma'lum murakkabliklar mavjud bo'lib, bu pastki b'efdagi h_z ni aniqlash bilan bog'liq.

B'eflarni tutashtirish nazariyasiga asoslanib, 2-2 va 3-3 kesimlar uchun harakat miqdorining o'zgarishi haqidagi teorema qo'llangan va h_z ni aniqlashda quyidagi analitik ifoda keltirilgan:

$$n_z = 1 - A + \sqrt{\frac{A^2 - A - 1}{h_p}} n_p \quad (4)$$

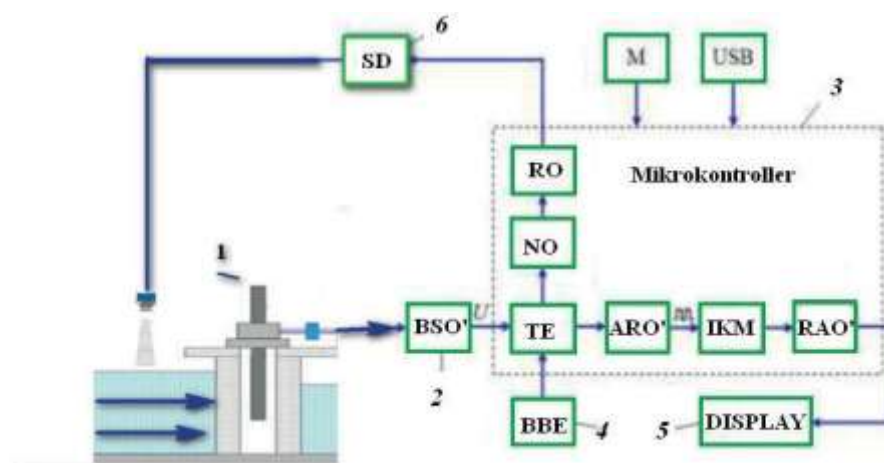
$$\text{Bu yerda: } A = 4\phi^2 \left(1 - \frac{\varepsilon \varepsilon \alpha}{h_p}\right) \frac{\varepsilon \varepsilon \alpha}{h_p};$$

h_p – pastki b'ef suv sathi;
 ϕ – tezlik koeffitsiyenti.

Yuqorida bayon etilgan gidravlik model asosida shuni xulosa qilish mumkinki, gidrotexnik inshootlardagi zatvorlar ostidan o'tayotgan suv miqdori monitoringini raqamlashtirish asosida amalga oshirish uchun tavsiya etilgan formulalardan sarf koeffitsiyentini tajribada baholash lozim (Bonilla et al., 2023; Tojiboyev, 2018).

Tadqiqot natijalari tahlili

Gidrotexnik inshootlardan o'tayotgan suv miqdori monitoringini raqamli texnologiyalar asosida amalga oshirishda yuqorida keltirilgan hisoblash formulalariga (1), (2), (3) asoslanib, yagona tizim ishlab chiqilgan. Jarayonni belgilovchi asosiy o'zgaruvchan omillar sifatida inshootning yuqori va pastki b'efdagi suv sathining qiymati hamda darvoza ochilishi balandligi qabul qilingan. Shu parametrlar miqdorining o'zgarishini aniqlashni raqamlashtirish asosida innovatsion ultratovushli va induksion qurilmalar o'rnatish sxemasi hamda ishlash tamoyili ishlab chiqilgan (4-rasm). Gidrotexnik inshoot zatvorlarida suv sathi va sarfini nazorat qilish hamda o'lchashning boshqarish tizimi strukturaviy sxemasi ishlab chiqilgan.



1 – vertikal harakatlanadigan yassi zatvor; 2 – zatvor ochilishi balandligini qayd qiluvchi moslama; 3 – nazorat qurilmasi; 4 – boshqaruv elementi; 5 – natijalarni qayd qiluvchi ekran; 6 – sath datchigi.

1- rasm. Gidrotexnik inshoot zatvorlari ostidan o'tayotgan suv miqdorini boshqarish tizimining strukturaviy sxemasi

Gidrotexnik inshootlardagi zatvorlar ostidan o'tayotgan suv sarfini aniqlashni raqamlashtirish uchun yuqorida keltirilgan gidravlik model va innovatsion texnologiyalarga asoslangan suv miqdorini boshqarish tizimining strukturaviy sxemasini qo'llash tavsiya etilgan.

Xulosalar

Gidrotexnik inshootlar zatvorlarining yuqori va pastki b'eflarida suv sathi hamda sarfining vertikal harakatlanadigan yassi gidrotexnik zatvor ko'tarilishiga bog'liq ravishda aniqlash formulasi tavsiya etildi. Natijada innovatsion o'lchash qurilmasining o'lchash diapazonini kengaytirish va sodda konstruksiyaga ega o'lchash qurilmalarini ishlab chiqish, gidrotexnik inshoot zatvorlarining ish rejimlarini raqamlashtirish imkoniyati yaratildi. Gidrotexnik inshoot zatvorlarida suv sathi va sarfini nazorat qilish hamda o'lchashning boshqarish tizimi strukturaviy sxemasi ishlab chiqildi.

Fodalanilgan adabiyotlar

1. Arifjanov, A. M., & Tojiboyev, S. J. (2021). Qarshi magistral kanalidagi PK-792 to'suvchi inshootning suvni chiqarish qismida sathni avtomatik rostlab suv isrofini kamaytirish [Reducing water wastage by automatically adjusting the level in the water discharge part of the PK-792 barrier structure in the opposite main channel]. (In Uzbek). *Problems and solutions of effective use of water resources in Uzbekistan: Proceedings of the republic-wide scientific-practical conference*, 247–252. Karshi.

2. Arifjanov, A. M., & Tojiboyev, S. J. (2022). Gidrotexnika inshootlaridagi zatvorlar uchun elektr yuritmasini tanlash [Selection of electric control for valves in hydraulic facilities]. (In Uzbek). *Uzbek Hydropower*, 14, 47–49. Tashkent.
3. Arifjanov, A. M., Fatxulloyev, A. M., Rakhimov, K. T., Otakhonov, M. Y., & Allayorov, D. S. (2022). Changes in hydraulic parameters in canals with sides lining. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1112 (1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1112/1/012129>
4. Arifjanov, A., & Fatxullaev, A. (2020). Natural Studies for Forming Stable Channel Sections. *Journal of Physics: Conference Series*, 1425 (1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1425/1/012025>
5. Bonilla, C., Brentan, B., Montalvo, I., & Izquierdo, J. (2023). Digitalization of Water Distribution Systems in Small Cities, a Tool for Verification and Hydraulic Analysis: A Case Study of Pamplona, Colombia. *Water*, 15 (21), 3824. <https://doi.org/10.3390/w15213824>
6. Dulhoste, J. F., Georges, D., & Besancon, G. (2004). Nonlinear control of openchannel water flow based on collocation control model. *Journal of Hydraulic Engineering*, 254–266.
7. Erbisti, P. C. F. (2014). Design of hydraulic gates. *CRC Press*, 231–234.
8. HC-SR04 ultrasonic rangefinder. (2024). Amperca Ltd. <https://amperka.ru/product/hc-sr04-ultrasonic-sensor-distance-module>
9. Kubrak, E., Kubrak, J., Kiczko, A., & Kubrak, M. (2020). Flow Measurements Using a Sluice Gate. Analysis of Applicability. *Water*, 12 (3), 819. <https://doi.org/10.3390/w12030819>
10. Monem, M. J., & Hosseinzade, Z. (2011, October 15–23). Construction and Evaluation of Automatic pivot weir control system. *ICID 21st International Congress on Irrigation and Drainage*, 450. Tehran, Iran.
11. NM-R Magnetostrictive float level gauge KOBOLD Germany. (2024). Research and Production Association RIZUR. <https://rizur.ru/catalog/poplavkovyye-urovneniye-kobold/poplavkovyy-datchik-urovnya-nm/>
12. Rajaratnam, N., & Subramanaya, K. (1967.) Flow equations for the sluice gate. *Irrig. Drain. Eng. ASCE*, 93, 167–186.
13. Rao, R. V., & Zhmud, V. A. (2010). The review of the Indo-Russian Joint Workshop on Computational Intelligence and Modern Heuristics in Automation and Robotics. *Scientific Bulletin of NSTU*, 4 (41), 179–182.
14. Sauda, M. F. (2014). Calibration of submerged multi-sluice gates. *Alexandria Engineering Journal*, 53 (3), 663–668.
15. Serikbaev, B. S., Barayev, F. A., Sherov, A. G., Serikbaeva, E. B., Omarova, G. E., & Djumanazarova, A. T. (2014). Gidromeliorativ tizimlardan foydalanish

[Use of hydromelioration systems]. Tashkent: TIMI.

16. Silva, C. O., & Rijo, M. (2017). Flow rate measurements under sluice gates. *Irrig. Drain. Eng.*, 143.
17. Suntaranont, B., et al. (2015). Energy aware flash flood monitoring stations using a ga-fuzzy logic control mechanism. *2015 IEEE Tenth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP)*, 1–6. IEEE.
18. Tojiboyev, S. (2018). Modeling of the process of protection of hydrotechnical structures from pumps. *Scientific Knowledge of the Present*, 6, 70–74. Kazan.
19. Tojiboyev, S. J, & Ochilov, M. A. (2021). Gidrotexnika inshootida zatvorlar xolatini raqamlashtirishda qo'llanuvchi sath datchigi tanlash [Selection of a level sensor used in the digitalization of the status of valves in a hydraulic facility]. *Problems and solutions of effective use of water resources in Uzbekistan: Proceedings of the republic-wide scientific-practical conference*, 273–276. Karshi.