



ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РАСХОДА ВОДОВЫПУСКНОГО СООРУЖЕНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩА

Апакхужаева Турсуной Убайдуллаевна,
PhD, ассистент,
E-mail: obi-life@mail.ru;

Ибрагимова Зайтуна Искандаровна,
ассистент,
E-mail: obi-life@mail.ru;

Аллаёров Давронжон Шамсиддин угли,
соискатель, ассистент,
E-mail: allayorov.2017@mail.ru;

Хошимов Сардорбек Нейматжон угли,
докторант,
E-mail: xoshimov.50907@gmail.com,

Ташкентский институт инженеров ирригации и
механизации сельского хозяйства

***Аннотация.** В мире особое внимание уделяется целенаправленным научно-исследовательским работам по разработке эффективных и надежных методов прогнозирования полезного объема водохранилищ. При оценке величины полезного и полного объема водохранилища необходимо определить точное значение величин, входящих в уравнение водного баланса. Для оценки изменения объема воды в водохранилищах необходимо определить зависимость значений объема воды, сбрасываемой из водохранилища, от изменения уровня воды. Настоящая статья посвящена разработке метода расчета пропускной способности водовыпускного сооружения на примере Талимарджанского водохранилища. При определении расхода воды из водохранилищ имеет большое практическое значение величина открытия и закрытия водовыпускных затворов. В статье была определена связь между открытием затвора и величиной расхода. Для определения коэффициента расхода водовыпускного сооружения в исследованиях проанализированы соотношения различных уровней воды и величины открытия затворов. Полученные результаты обработаны с использованием методов математической статистики. В результате настоящих исследований получена новая зависимость для коэффициента расхода. Предложенный способ расчета дает возможность оперативного определения количества воды, выпускаемого из водохранилища.*

***Ключевые слова:** водохранилище, расход воды, затвор, коэффициент расхода, глубина потока, напор, коэффициент вертикального сжатия, высота подъема затворов, прогнозирование, гидравлический процесс, гидротехническое сооружение.*



СУВ ОМБОРИ ИНШООТИНИНГ СУВ ЎТКАЗИШ САРФИ БЎЙИЧА ГИДРАВЛИК ҲИСОБИ

Апакхўжаева Турсуной Убайдуллаевна,
PhD, ассистент;
Ибрагимова Зайтуна Искандаровна,
ассистент;
Аллаёров Давронжон Шамсиддин ўғли,
мустақил тадқиқотчи, ассистент;
Хошимов Сардорбек Нейматжон ўғли,
докторант,

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини
механизациялаш муҳандислари институти

***Аннотация.** Бугунги кунда жаҳонда сув омборларининг фойдали ҳажмини башорат қилишининг ишончли ва самарали усулларини ишлаб чиқишига йўналтирилган мақсадли илмий тадқиқот ишлари олиб боришига алоҳида эътибор қаратилмоқда. Сув омбори фойдали ҳажми ва сув омборидаги сув ҳажмини баҳолашда сув баланси тенгламасидаги асосий катталикларнинг аниқ миқдорини ҳисоблаш лозим. Сув омборидаги сув ҳажми ўзгаришини баҳолаш учун сув омборидан чиқаётган сув миқдори сув сатҳининг ўзгаришини аниқлаш зарур. Ушбу мақола Талимаржон сув омбори мисолида сув чиқариш иншоотининг сув ўтказиш қобилиятини ҳисоблаш услубини ишлаб чиқишига қаратилган. Сув омборидан чиқаётган сув сарфини аниқлашда сув чиқариш иншооти дарвозаларининг очилиши ва ёпилиши қиймати катта амалий аҳамиятга эга. Мақолада дарвозалар очилишининг сарф билан боғлиқлиги аниқланган. Сув омбори сув чиқариш иншоотининг сарф коэффициентини аниқлаш сув омборидаги ҳар хил сув сатҳи ва дарвоза очилиши билан боғлиқ равишда таҳлил қилинган. Олинган маълумотлар математик статистика услубларидан фойдаланган ҳолда тадқиқ этилган. Натижада сарф коэффициентини аниқлаш учун янги боғланиш олинган. Таклиф этилган ҳисоблаш усули сув омборидан чиқаётган сув миқдорини тезкор аниқлаш имконини беради.*

***Калим сўзлар:** сув омбори, сув сарфи, дарвоза, сарф коэффициенти, оқим чуқурлиги, босим, вертикал сиқилиш коэффициенти, дарвоза очилиши баландлиги, башоратлаш, гидравлик жараён, гидротехник иншоот.*

HYDRAULIC CALCULATION OF THE FLOW RATE OF THE WATER OUTLET OF THE RESERVOIR

Apakhujayeva Tursunoy Ubaydullayevna,
PhD, Assistant;

Ibragimova Zaytuna Iskandarovna,
Assistant;

Allayorov Davronjon Shamsiddin o'g'li,
Independent Researcher, Assistant;

Xoshimov Sardor Ne'matilla o'g'li,
Doctoral Student,

Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers



Abstract. To assess changes in the volume of water in reservoirs, it is necessary to determine the dependence of the values of the volume of water discharged from the reservoir on changes in the water level. The study is devoted to the development of a method for calculating the discharge capacity of the water outlet on the example of the Talimardjan reservoir. When determining the flow discharge of water from reservoirs, the magnitude of the opening and closing of the outlet gates is of great practical importance. The article analyzes the relationship between the opening height of the gate and the water discharge. To determine the coefficient of water discharge at the outlet, the ratio of different water levels and the opening height of the gate were analyzed. The results obtained were processed using mathematical statistics methods. As a result of these studies, a new dependence for the flow coefficient is obtained. The proposed calculation method makes it possible to quickly determine the amount of water discharged from the reservoir.

Keywords: reservoir, water flow, flow coefficient, flow depth, pressure, gates, vertical compression ratio, opening height of the gate, forecasting, hydraulic process, hydraulic structure.

Введение

В мире одним из важнейших вопросов является рациональное использование водных ресурсов, совершенствование методов повышения гидравлической эффективности водохранилищ и разработка методов прогнозирования гидравлических процессов в них.

Водохранилище – это гидротехническое сооружение, предназначенное для подачи воды потребителю в различных областях народного хозяйства, включая водоснабжение, орошаемое земледелие, производство, электроэнергию и другие сферы, пополняя объем за счет речных вод в зимний сезон.

В данной статье рассматривается пропускная способность водовыпускного сооружения Талимарджанского гидроузла.

Талимарджанское водохранилище расположено вблизи железнодорожной станции Талимарджан в Кашкадарьинской области. Водохранилище – наливное. Вода поступает в Талимарджанское водохранилище через семь насосных станций из реки Амударья. Водохранилище находится в 90 км от реки, предназначено для обеспечения ирригационной и питьевой водой хозяйств Каршинской степи и технической водой тепловой энергетической станции, а также Шуртанского газохимического комплекса. Конструкция водовыпускного сооруже-

жения Талимарджанского водохранилища представляет собой башенную конструкцию и состоит из 5 прямоугольных труб.

Методы исследований

При определении объема воды в водохранилищах и установлении водного баланса имеет большое практическое значение открытие и закрытие затворов, а также определение расхода воды, проходящего в этот период в нижний бьеф. При полностью открытом затворе в водовыпускном сооружении изменение расхода, исходя из закономерностей гидравлики, можно определить в виде [1-3]:

$$dQ = \mu b_z \sqrt{2gz} dz, \quad (1.1)$$

где: Q – расход воды;

z – изменение уровня по глубине потока;

b – ширина, водовыпускной части сооружения.

При известном значении коэффициента расхода μ записываем следующее выражение для определения расхода по изменению уровня воды:

$$Q = \mu \sqrt{2g} \int_{H_1}^{H_2} b_z \sqrt{z} dz$$

Интегрируя последнее, получим для прямоугольного сечения следующее выражение: ($b_z = b = \text{const}$)



$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g(H_1 - H_2)}, \quad (1.2)$$

В этом случае

$$H_1 = H_u - \frac{d}{2} = H_u \left(1 + \frac{d}{2H_u}\right)$$

$$H_2 = H_u + \frac{d}{2} = H_u \left(1 + \frac{d}{2H_u}\right)$$

где: H_1 и H_2 – напор воды в водохранилище;
 H_u – напор воды в центре водовыпускного сооружения;

d – высота прямоугольного трубопровода.

Игнорируя параметры, из-за небольшого размера и используя $bd = \omega$, после некоторых математических преобразований, окончательное уравнение для определения расхода можно записать в виде [4-6]:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH_u} \quad (1.3)$$

Уравнение (1.3) можно использовать, если затворы водовыпускного сооружения Талимарджанского гидроузла полностью открыты. В натурных исследованиях определение расхода водовыпуска Талимарджанского гидроузла было выполнено для двух случаев. Первый, для случая полностью открытых затворов, и второй, для различной степени открытий затворов. Используем следующую схему расчета для оценки расхода воды из-под затворов (рис. 1):

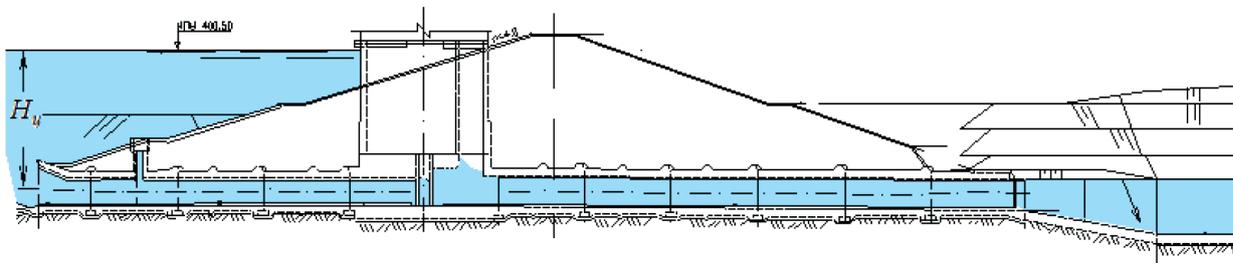


Рис. 1. Схема расчета расхода воды из-под затворов

$$Q = \varphi \cdot b \cdot h_c \sqrt{2g(H_0 - h_c)} = \mu_1 \cdot b \cdot a \sqrt{2g(H_0 - \varepsilon \cdot a)}, \quad (1.4)$$

где: g – скорость в сжатом сечении;

a – высота подъема затворов;

b – ширина затвора;

μ – коэффициент расхода ($\mu = \varphi \cdot \varepsilon$);

ε – коэффициент вертикального сжатия.

H_0 – полный напор, $\left(H_0 = H + \frac{\alpha \vartheta_0^2}{2g}\right)$.

Однако использование формулы для расчета расхода воды через гидроузел создает определенные трудности. Так как в расчетной формуле (1.4) участвует ряд параметров, определение которых в натурных условиях практически очень сложно.

Для рассматриваемого случая скорость подхода к сооружению, в основном, находилась в пределах $\vartheta_0 \leq 0,885 \sqrt{H - h_c}$. Поэтому в расчетах принималась $H = H_0$

Исходя из выше изложенного, формулу (1.4) запишем в виде:

$$Q = \mu \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \quad (1.5)$$

здесь:

$$\mu = \mu_1 \cdot \sqrt{1 - \frac{\varepsilon a}{H}}$$

Из последнего выражения (1.5) для определения коэффициента расхода можно записать следующее выражение:

$$\mu = \frac{Q}{ab \sqrt{2gH}} \quad (1.6)$$

где: a – высота подъема затворов; b – ширина затвора.

Используя (1.4) рассмотрим определение μ в натурных условиях.



Результаты исследований

Натурные исследования проводились при различных открытиях затвора. Было оценено изменение расхода в зависимости от открытия затвора.

Анализируя данные полевых экспериментов, коэффициент расхода водовыпускного сооружения Талимарджан определяем на основе следующей функции [3, 7]:

$$\mu = f\left(\frac{a}{H}\right) \quad (1.7)$$

Для определения коэффициента расхода водовыпускного сооружения Талимарджанского водохранилища в исследованиях были проанализированы соотношения различных уровней воды H и величины открытия затворов. Вместе с этим для полного раскрытия физической сущности процесса было проанализировано соотношение коэффициента расхода с числом Рейнольдса. Анализы показывают, что коэффициент расхода связан с высотой подъема затворов, уровнем воды в водохранилище и другими факторами.

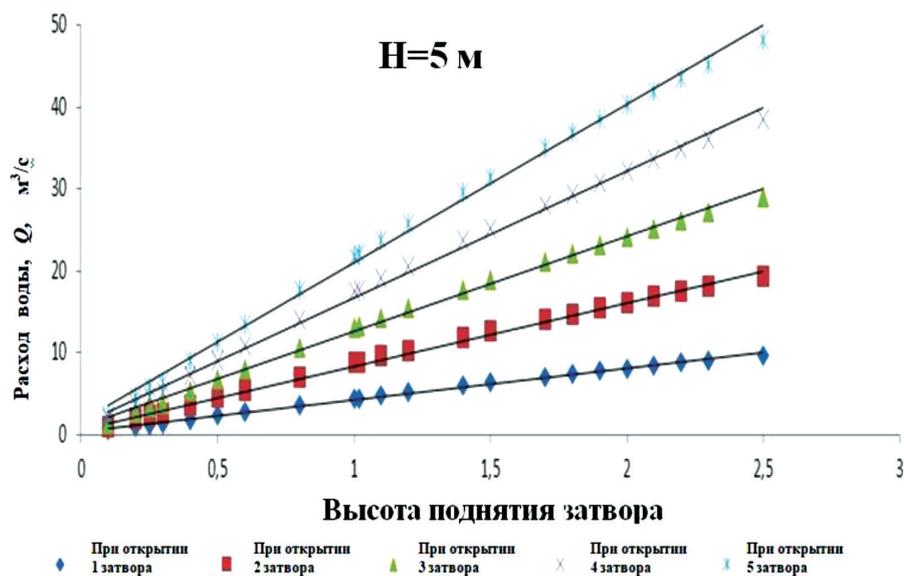


Рис. 2. График зависимости расхода от открытий затворов с различными напорами в водохранилище

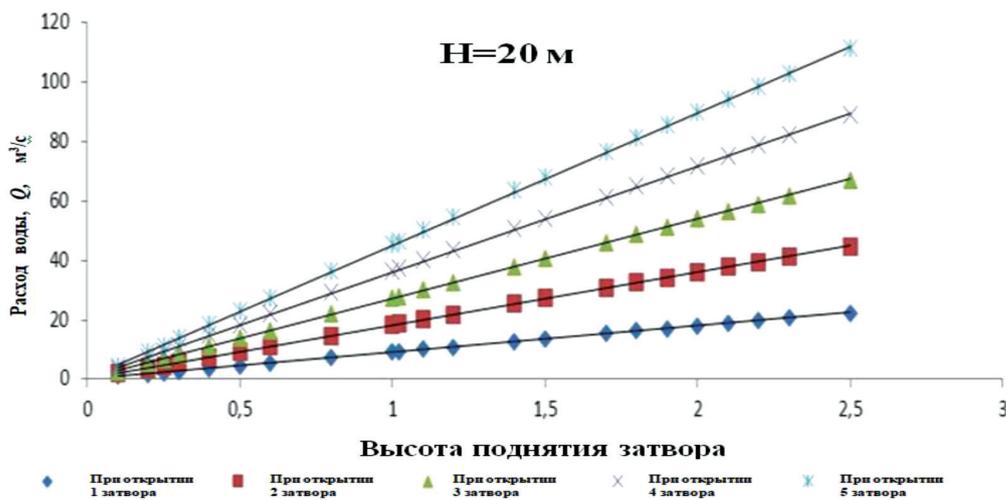


Рис. 3. График зависимости расхода от открытий затворов с различными напорами в водохранилище



На рис. 2, 3 приводятся результаты исследований по определению расхода воды в зависимости от степени открытия затворов.

Для определения коэффициента расхода водовыпускного сооружения, полученные сведения в натуральных условиях проанализированы с использованием способов математической статистики и,

в результате, рекомендована следующая взаимосвязь для коэффициента расхода (рис. 3):

$$\mu = 0,603 \cdot \left(\frac{a}{H_{ц}} \right)^{0,026} \quad (1.8.)$$

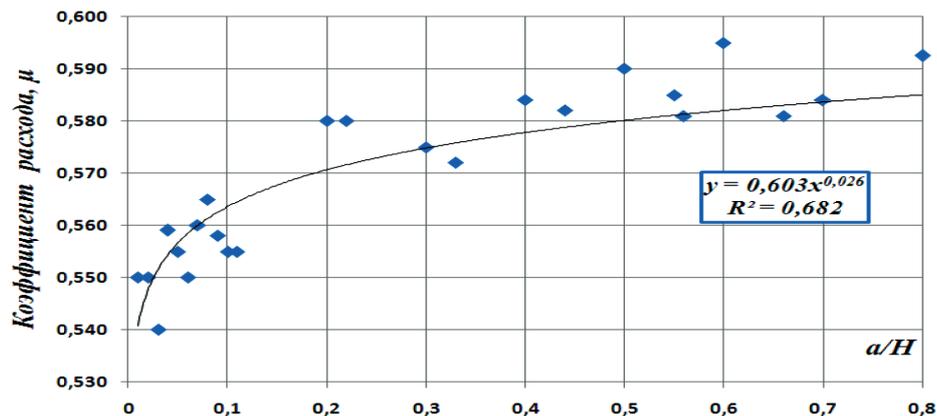


Рис. 4. Определение коэффициента расхода

Выводы

В теоретических исследованиях проанализирована возможность использования существующего способа расчета в условиях исследуемого Талимарджанского гидроузла. Полученные результаты обработаны с использованием методов математической статистики. В результате исследований получена новая взаимосвязь по определению коэффициента расхода водовыпускного сооружения в зависимости от высоты открытия затворов. Этот метод дает возмож-

ность оперативного определения количества воды, выпускаемой из водохранилища и ее эффективного распределения в течение года.

Для достоверности оценки полученных результатов на основе предложенной формулы расчета, расчетные значения сопоставлены с полученными значениями натуральных исследований.

Разница измеренных и расчетных значений составляет 4-5 %, что подтверждает достоверность полученных результатов.

Reference

1. Arifdjanov A.M., Samiev L.N., Apakhujaeva T.U. Study of water flow in big channels using Gis in relation with erosion process. Science and world international scientific journal, no 3 (31), 2016, p. 41.
2. Volosuhin V.A., Belokonev E.N. O propusknoj sposobnosti shahtnogo vodobrosa Neberdzhaevskogo vodohranilishha v Krasnodarskom krae. [On the throughput of the mine spillway of the Neberdzhaevsky reservoir in the Krasnodar Territory]. PNRPU Bulletin. Novocherkassk. Construction and architecture, no. 1, 2013, 75 p.



3. Kiselev P.G. Spravochnik po gidravlicheskim raschetam. [Hydraulic Calculations Handbook]. Moscow, 1974, 294 p.
4. Arifdjanov A.M., Samiev L.N., Hydraulic calculation of changeable irrigation sediment reservoir//European Science Review. Austria, Vienna, 2016, 122 p.
5. Arifjanov A.M., Apakxo'jaeva T.U., Dusan H. Sediment movement mode in Rivers of Uzbekistan environmental Aspects. Acta Horticulturae et regiotecturae Journal. (Nitra. Slovaca) 2018, pp. 10-13.
6. Apakhuzaeva T.U. Suv omborlari gidravlikasi. [Reservoir hydraulics], 2016, 134 p.
7. Debolsky V. The dynamics of channel flows and litho-dynamics in the coastal zone of the sea. Moscow, Nauka Publ., 301 p.
8. Lotsari E., Wang Y., Kaartinen H., Jaakkola A., Kukko A., Vaaja M., Hyyppä H., Hyyppä J., Alho P., 2015. Gravel transport by ice in a subarctic river from accurate laser scanning. Geomorphology, Elsevier.
9. Alisher Khodjiev, Malika Ikromova, Ifoda Akhmedkhodjaeva and Sardor Xoshimov Calculation of accumulation volume and water loses in bottom sediments of bank reservoirs. "CONMECHYDRO-2020"
10. Arifjanov A., Samiev L., Akmalov Sh. Dependence of Fractional Structure of River Sediments on Chemical Composition. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, vol. 9, Issue-1, November 2019. Available at: <http://staff.tiame.uz/storage/users/75/articles>
11. Arifjanov A.L. Samiev I. Ahmedov Calculation of bottom sediments in mountain rivers based of field data. Asian Journal of Research. Elsevier, no 1-3, 2019.
12. Jurík I, Zeleňáková M. Kaletová T. Arifjanov A. Small Water Reservoirs: Sources of Water for Irrigation. The handbook of environmental Chemistry. (Nitra. Slovaca). Elsevier, vol. 69, 2019, pp 115-131.
13. Sumin Li, Liwei Yuan, Hua Yang, Huaming An, Guangjin Wang, "Tailings dam safety monitoring and early warning based on spatial evolutionprocess of mud-sand flow" , Safety Science Journal. Elsevier, no 124 (2020) Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753519321903>
14. Arifzhanov A.M., Samiev L.N., Khoshimov S.N. U`zan suv omborida lojqalanish zharayonlarini baholash. "Irigatsiya va melioratsiya" zhurnali. [Assessment of the processes of turbidity of the Uzan reservoir. Irrigation and melioration magazine]. Tashkent, no 2 (20) 2020, pp. 11-13.
15. Umriddin Dalabaev, Aybek Arifjanov, Tursinoy Apakhodjaeva, Dilbar Abduraimova, Sardor Xoshimov Kinematic flow parameters during liquid movement in pressurized water pipelines. International Journal of Psychosocial Rehabilitation. Date: 19.05.2020. DOI: 10.37200/IJPR/V24I5/PR2020666
16. Brandt M.J., Johnson K.M., Elphinston A.J., Ratnayaka D.D., Hydraulics Twort's Water Supply. Elsevier, pp. 581-619 (2017). Available at: <https://www.sciencedirect.com/book/9780081000250/tworts-water-supply>
17. Sadykov A.Kh., Gapparov F.A. [Metod raschyota ezhegodnogo sokrashheniya ob'yoma vodokhranilishha na osnove vodny`kh balansov predy`dushhikh let e`kspluataczii]. Method for calculating the annual reduction of the reservoir volume based on the water balances of the previous years of operation. Sat. scientific works (to the 80th anniversary of V.D. Zhurin SANIIRI), Tashkent, 2006, 51 p.
18. Hsun-Chuan Chan, Hsin-Kai Yang, Po-Wei Lin, Jung-Tai Lee "Discharge formula for flows over open-check dams" Flow Measurement and Instrumentation Journal. Elsevier, no 72, 2020. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955598619302304>



19. Sami Hassan Elsayed Taglawi. Sovershenstvovanie metodov razrabotki scenariev upravleniya e`kspluatacziej vodokhranilishh na rekakh s obil`ny`m stokom nanosov. [Improving Methods for Developing Scenarios for Managing Reservoir Operations on Rivers with Abundant Sediment Runoff]. Moscow, 2010, 199 p.

20. Rakhuba A.V., Shmakova M.V. Matematicheskoe modelirovanie dinamiki zaileniya kak faktora e`vтроfi rovaniya vodny`kh mass Kujby`shevskogo vodokhranilishha. Vodny`e e`kosistemy`, [Mathematical modeling of siltation dynamics as a factor of eutrophication of water masses of the Kuibyshev reservoir]. Aquatic ecosystems, St. Petersburg, 2015.

Рецензент: Алиазаров А., профессор кафедры “Строительство и монтаж инженерных коммуникаций”, НамИСИ.