

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСХОДА ВОДЫ

Мухаммадиев М.М., - зав. кафедрой, д.т.н., проф., Клычев Ш.И., д.т.н., проф., (ТГГУ),  
Жанкабылов С.У.- магистрант (ТИИИМСХ), Муминов Д.Э. (ТГГУ).

*Гидротехника ва сув тақсимоти соҳасида сув сарфини тартибга солиши ва назорат қилишни автоматлаштириши талаблари долзарб бўлиб, бунда затвор очилиши ва сув сарфи уртасидаги боғлиқликни аниқлаш талаб этилади. Мақолада ушбу масалани ечишда сув тезлиги ва гидростатик босим боғлиқлигага асосланган гидравликанинг интеграл формулаларидан фойдаланилди ва тенгликлар тизими, дастур ишлаб чиқилди.*

*Калит сўзлари: сугориш тизими, сув истеъмоли, сув тақсимоти, сув сарфи, затвор, сув сатхи, тарировка, хисобий моделлар.*

*In the field of hydraulic engineering and water distribution, the requirements for automation of regulation and control of water flow are actual, and it is necessary to establish the relationship between the opening of the valve and the flow of water. In the article, a system of equations and a program for the dependence of water speed and hydrostatic pressure are used, using the integral hydraulics formulas.*

*Key words: irrigation system, water consumption, water distribution, water flow, shutter, water level calibration, calculation models.*

Вопросы оперативного контроля и регулирования воды в оросительных системах приобретают все большее значение [1-5].

Так, в частности в [1] указано, что сведение потерь оросительной воды к минимуму, обеспечение соответствия водозабора и во до потребления возможно при существенном повышении качества управления процессами водораспределения путем автоматизации узловых сооружений оросительной сети. Также отмечается, что при автоматизации особое значение должно придаваться математическому описанию и алгоритмизации процессов в системе управления водораспределением. С одной стороны они должны обеспечивать возможность имитационного моделирования поведения системы в различных режимах работы, с другой - обеспечивать достаточную точность расчета уровней, расходов, обладать достаточным быстродействием, учитывать особенности оросительной системы и быть простыми в реализации [1].

К настоящему времени известно большое число методов и способов определена расхода и его регулирования [1-5], в тоже время зависимости между расходом и открытием затвора до сих пор определяются индивидуальной тарифировкой затвора. Как в [1] указано что для автоматизации процессов регулирования расхода необходимы расчетные модели связывающие параметры контроля и регулирования

Рассмотрение расчетной модели и программы для задачи контроля и регулирование расхода воды в регулируемых ирригационных затворах на основе интегральных зависимостей гидравлики для случая свободного (незатопленного) истечения воды и: затвора - цель настоящей работы. Интегральные параметры задачи расхода и регулирование расхода воды в затворе приведены на рис. 1

Рассмотрим соотношения между расходом и уровнем воды перед затвором

Интегральные формулы гидравлики достаточно просты, однако, учитывая сложности процесса истечения воды для более точного решения задачи необходимы экспериментальные исследования и их обобщения, в том числе и в виде различных коэффициентов. С учетом этого рассмотрим интегральные формулы для расхода с целью их обобщения.



Так, в [6] была показана возможность обобщения зависимости между относительной координатой потока в сечении затвора, которая характеризует расчетную среднюю скорость потока, в зависимости от отношения уровня воды перед затвором к открытию затвора; (рис.2) Эта зависимость - может быть полезной при обработке экспериментальных данных истечения воды через затвор, которые обычно проводятся в одиночном канале с различной его шириной перед затвором с целью уменьшения влияния скорости потока в канале перед затвором.

Например, рассмотрим два открытия затвора для одиночного канала при свободном истечении воды из затвора.

Как известно, для одиночного канала, при поступлении в него постоянного объема воды, в стационарном режиме всегда выполняется условие

$$Q_1 = Q_2$$

Где  $Q_1$  и  $Q_2$  расходы воды через затвор при различных открытиях затвора  
Практически для любого метода расход воды определяется по формуле .

$$Q_1 = S * V_c \quad (2)$$

Где  $S$  - площадь сечения, канала или открытой части затвора,  $V_c$  - средняя скорость воды в этом сечении.

Запишем выражения для мгновенного расхода воды  $Q$  через затвор для двух открытий затвора

Так, при положении затвора  $h_{z1}$  и уровня воды перед затвором  $h_{b1}$

$$Q_1 = A * h_{z1} * V_{x1} \quad (3)$$

где:  $A$  - ширина затвора,  $V_{x1}$  - средняя скорость потока воды, выходящего из затвора для открытия затвора  $h_{z1}$  и которая имеет место в точке потока воды с координатой  $x_{m1}$ .

При этом для средней скорости  $V_{x1}$  потока воды через затвор можем формально записать

$$V_{x1} = (2(h_{b1} - X_1)) * g^{0.5} \quad (4)$$

Для положения затвора  $h_{z2}$  и уровня воды перед затвором  $h_{b2}$  соответственно имеем

$$Q_2 = A * h_{z2} * V_{x2} \quad (5)$$

где А- ширина затвора,  $V_{x2}$  - средняя скорость воды в затворе при открытии затвора  $h_{z2}$ . Для средней скорости потока воды для второго положения затвора

$$V_{x2} = (2(h_{B2} - X_2) * g)^{0.5} \quad (6)$$

Подставляя в (6) её составляющие из (2) - (5) получим

$$h^2 z_i (h_{B_i} - X_1) = h^2 z_2 (h_{B_2} - X_2) \quad (7)$$

Выражение (7) можно записать в виде

$$(h^3_{z_i} / h^3_{z_2}) = [(h_{B_2} / h_{z_2}) - (X_2)] / [(h_{B_1} / h_{z_1}) - (X_1 / h_{z_1})] \quad (8)$$

Как видно из рис.2, при  $h_{B_2} / h_{z_2} > 2$  значение  $(X_{mi} / h_{zi})$  практически постоянно и равно 0.5, или из (8) мы можем оценить изменение уровня воды перед затвором (в рассматриваемом случае ширина затвора и канала равны).

Также из (1) следует

$$h_{z1} * V_{x1} = h_{z2} * V_{x2} \quad (9)$$

Это соотношение позволяет сразу характеризовать среднюю скорость потока воды через затвор при изменении открытия затвора.

Соотношения (8) и (9) не только полезны при экспериментах, позволяя уменьшить число измеряемых величин, но и в принципе могут быть использованы для обобщения экспериментальных данных, определения интегральных зависимостей и уточняющих их коэффициентов, учитывающих реальную гидродинамику потока воды в затворе

Как видно, для определения средней скорости потока воды через затвор, в принципе, достаточно только измерения уровня воды перед затвором и величины открытия затвора. Рассмотрим с учетом указанного задачу регулирования расхода воды через затвор, те определения открытия затвора, обеспечивающего заданный расход воды.

Распишем основные уравнения задачи

$$Q = V_c * p * A * h_z \quad (10)$$

Запишем выражения для мгновенного расхода воды Q через затвор для двух открытий затвора

Так, при положении затвора  $h_{z1}$  и уровня воды перед затвором  $h_{B1}$

$$Q_1 = A * h_{z1} * V_{x1} \quad (3)$$

где А - ширина затвора,  $V_{x1}$  - средняя скорость потока воды, выходящего из затвора для открытия затвора  $h/A$  и которая имеет место в точке потока воды с координатой  $x_1$ .

При этом для средней скорости  $V_{x1}$  потока воды через затвор можем формально записать

$$V_{x1} = (2(h_{B1} - X_1) * g)^{0.5} \quad (4)$$

Для положения затвора  $h_{z2}$  и уровня воды перед затвором  $h_{B2}$  соответственно имеем

$$Q_2 = A * h_{z2} * V_{x2} \quad (5)$$

где: А - ширина затвора,  $V_{x2}$  - средняя скорость воды в затворе при открытии затвора  $h_{z2}$  Для средней скорости потока воды для второго положения затвора

$$V_{x2} = (2(h_{b2} - X_2) * g)^{0.5} \quad (6)$$

Подставляя в (6) её составляющие из (2) - (5) получим

$$h_{z1}(h_{B1} - X_1) = h_{z2}^2(h_{B2} - X_2) \quad (7)$$

Выражение (7) можно записать в виде

$$(h_{z1}^3 / h_{z2}) = [(h_{B2}/h_{z2}) - (X_2/h_{z2})] / [(h_{B1}/h_{z1}) - (X_1/h_{z1})] \quad (8)$$

Как видно из рис.2, при  $h_{B1}/h_{z1} > 2$  значение  $(X_{m1}/h_z)$  практически постоянно и равно 0.5, или из (8) мы можем оценить изменение уровня воды перед затвором (в рассматриваемом случае ширина затвора и канала равны

Также из (1) следует

$$h_{z1} * V_{x1} = h_{z2} * V_{x2} \quad (9)$$

Это соотношение позволяет сразу характеризовать среднюю скорость потока воды через затвор при изменении открытия затвора.

Соотношения (8) и (9) не только полезны при экспериментах, позволяя уменьшить число измеряемых величин, но и в принципе могут быть использованы для обобщения экспериментальных данных, определения интегральных зависимостей и уточняющих их коэффициентов, учитывающих реальную гидродинамику потока воды в затворе.

Как видно, для определения средней скорости потока воды через затвор, в принципе, достаточно только измерения уровня воды перед затвором и величины открытия затвора. Рассмотрим с учетом указанного задачу регулирования расхода воды через затвор, те определения открытия затвора, обеспечивающего заданный расход воды.

Распишем основные уравнения задачи

$$Q = V_c * p * A * h_z \quad (10)$$

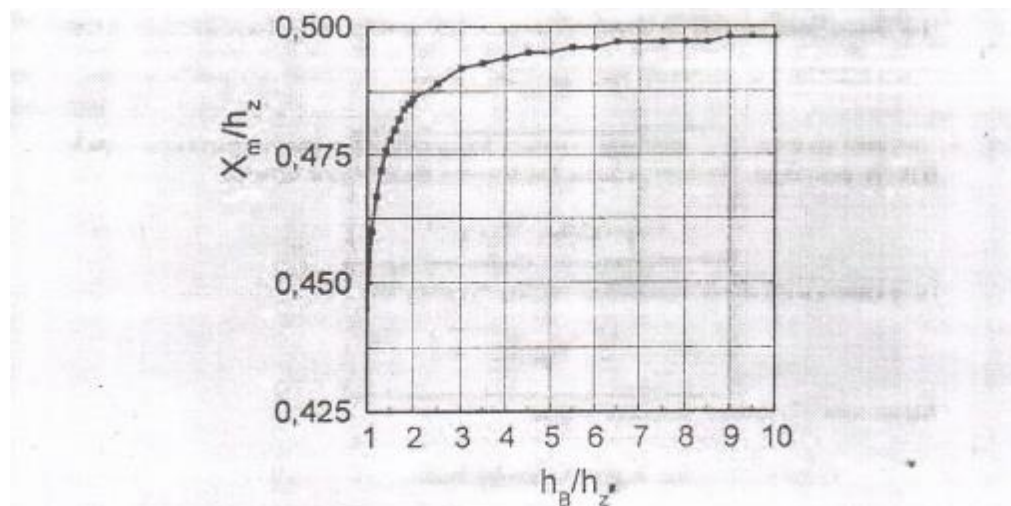


Рис. 2. Отношение относительной координаты  $X_m$  средней скорости потока воды в затворе в зависимости от отношения высоты уровня воды  $h_B$  к открытию затвора  $h_z$ .

Как видно, имеем 4 уравнения и в общем случае 10 переменных. При этом в режиме контроля расхода могут быть заданы следующие переменные -  $p$ ,  $A$ ,  $g$ , а также  $h_u$  и  $h_y$  (измеряются) и определяется  $h_u/h_z$ . Те в режиме контроля расхода система совместна, причем допускает аналитическое решение.

Во второй задаче, регулирование расхода или такого открытия затвора,

обеспечивающего заданный расход, задаются  $p$ ,  $A$ ,  $g$ ,  $Q$  (требуемый расход) и  $h_y$  (измеряется). Те. система уравнений для второй задачи несовместна! Однако в данном случае нам известны границы изменения переменных, что в принципе позволяет решать систему численно. Например, нами была разработана программа для решения задачи открытия затвора при заданном расходе для переменных  $B?$ , и

Были проведены вариантыные расчеты зависимости открытия затвора для каждого варианта и постоянных в пределах каждого варианта уровней воды перед затвором. Анализ показал, что эти зависимости могут быть обобщены в координатах  $h_y/h_z$  и  $Q/Q_0$  (где  $Q_0$  - максимальный расход воды через затвор, когда  $h_y = h_z$ , см. рис.3). Очевидно, что эта обобщенная кривая далее может быть использована и для случая переменного уровня воды перед затвором.

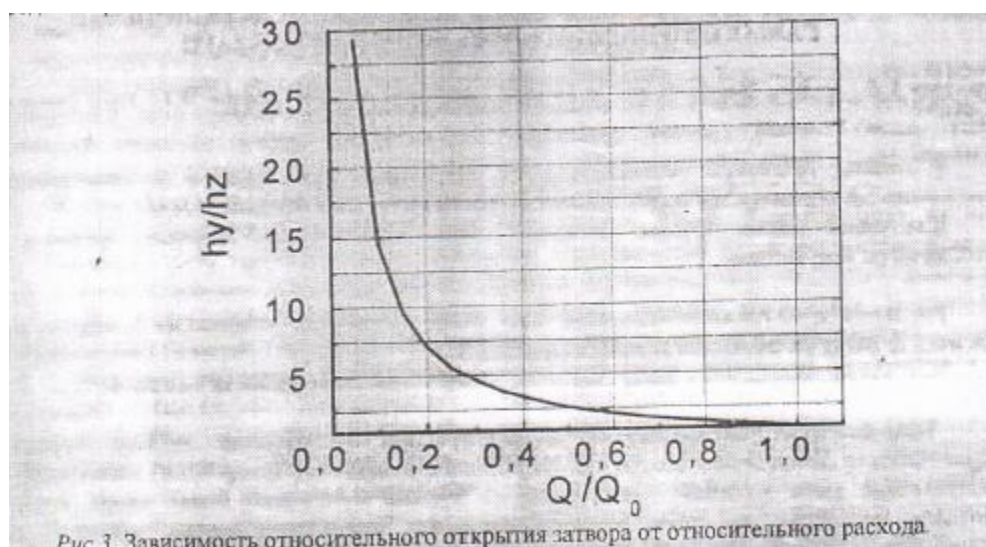


Рис. 3. Зависимость относительного открытия затвора от относительного расхода.

Полученные зависимости и программа могут быть использованы при построении автоматизированных систем оперативного контроля и регулирования расхода \*°д затворах ирригационных сооружений. Также, эти зависимости могут быть полезными при экспериментальных исследованиях, позволяющих в принципе определять коэффициенты приближения расчетных зависимостей к реальным многофакторным процессам истечения воды из затворов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чураев А А Юрченко Л. В, Вайнберг М. В., и др. Управление процессами водораспределения на оросительных системах. Научный обзор. Российский научно-институт проблем мелиорации.

2. Мухаммадиев М.М., Уришев Б.У. Гидроэнергетические установки: учебник. Ташкент: Fan va [exnologiya, 2013. с 135.

3. Балъзанников М.И., Селиверстов В.А. Особенности выбора основных параметров конструкции водовыпускного сооружения секционного типа крупной насосной станции Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 8. С. 17-19.

4 Мухаммадиев ММ., Уришев Б.У. Устройство дня измерения распределения расхода вод АС СИ 1789864. 1993. Бюл. № 3. Бочкарев, Я В Экспу тационапя гидрометрия и автоматизация оросительных систем М : Агропромиздат, 1987. - 175 с.