

УДК.626.824

¹Фролова Галина Петровна, ¹Аскаралиев Бакытбек Окенович, ¹Омурзаков Канат Эркебаевич, ²Маматов Нурлан Элебесович, ¹Аскаралиева Амина Бакытбековна

¹Кыргызский национальный аграрный университет

²Кыргызско-Турецкий университет “Манас”

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ КОНСТРУКТИВНЫМИ И ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ РАСХОДА ВОДЫ (типа СВРВ)

Аннотация: на ирригационных системах Кыргызской Республики нашли широкое применение стабилизаторы расхода воды коробчатого типа. Нами дано описание и гидравлическое обоснование процесса стабилизации расхода воды затворами – стабилизаторами. Было выполнено Математическое моделирование предлагаемого стабилизатора расхода воды с использованием программы Microsoft Excel, что позволило определить диапазон изменения напоров $H_{max}/H_{min} = 3,0$. Был определен водомерный коэффициент для данной конструкции стабилизатора равный $c=2$ м/с.

Ключевые слова: Стабилизатор расхода воды, гидравлическое обоснование, процесс стабилизации, математические связи, моделирование.

¹Фролова Галина Петровна, ¹Аскаралиев Бакытбек Окенович, ¹Омурзаков Канат Эркебаевич, ²Маматов Нурлан Элебесович, ¹Аскаралиева Амина Бакытбековна

¹ Кыргыз улуттук агрардык университети

² Кыргыз-Түрк “Манас” университети

СУУ ЧЫГЫМЫН ТУРУКТУУЛОО ПРОЦЕССИНИН КОНСТРУКТОРДУК ЖАНА ГИДРАВЛИКАЛЫК ПАРАМЕТРЛЕРИНИН МАТЕМАТИКАЛЫК БАЙЛАНЫШЫ

Аннотация. Кыргыз Республикасынын ирригациялык системаларында кутуча тибиндеги суу агымынын стабилизаторлору кеңири колдонулат. Биз суунун агымын затвор — стабилизаторлор менен стабилдештирүү процессинин мүнөздөмөсүн жана гидравликалык негиздемесин бердик.

Сунушталган суунун агымынын стабилизаторун математикалык моделдөө Microsoft Excel программасынын жардамы менен аткарылган, бул басымдын өзгөрүүсүнүн диапазонун $H_{max}/H_{min} = 3.0$ аныктоого мүмкүндүк берген. Стабилизатордун бул конструкциясы үчүн суу өлчөө коэффициенти $c=2$ м/с.

Өзөктүү сөздөр: Суу агымынын стабилизатору, гидравликалык негиздөө, стабилдештирүү процесси, математикалык байланыштар, моделдөө.

¹Фролова Галина Петровна, ¹Аскаралиев Бакытбек Окенович, ¹Омурзаков Канат Эркебаевич, ²Маматов Нурлан Элебесович, ¹Аскаралиева Амина Бакытбековна

¹Kyrgyz National Agrarian University

²Kyrgyz-Turk “Manas” University

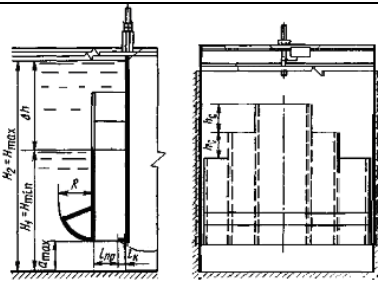
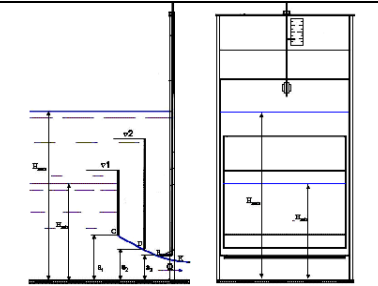
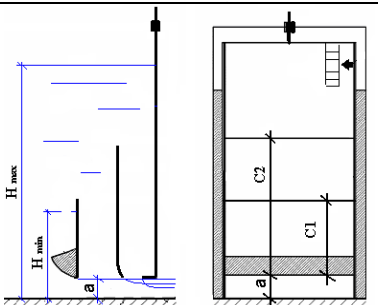
HYDRAULIC STUDY OF THE STABILIZATION PROCESS OF WATER FLOW WITH THE BOX-TYPE WATER DISCHARGE STABILIZER

Abstract: On irrigation systems of the Kyrgyz Republic have been widely used box-type water discharge stabilizers. We give a description of the hydraulic study of the process of stabilization water discharge stabilizers. Mathematical modeling was performed of the proposed water discharge stabilizer using the program Microsoft Excel, which made it possible to determine the range of pressures $H_{max}/H_{min} = 3,0$. Was determined hydrometric coefficient for the proposed water discharge stabilizer is equal to $c=2$ m/s.

Keywords: Water discharge stabilizer, hydraulic study, stabilization process, mathematical relations, modelling.

Введение. На ирригационных системах Кыргызской Республики нашли широкое применение стабилизаторы расхода воды коробчатого типа [1, 2, 3]. Неоспоримое достоинство этих стабилизаторов простота конструкции, хорошие показатели качества стабилизации ($\pm 5\% Q_{расч.}$) и надежность в работе. Для теоретического обоснования основных конструктивных параметров существующих и разработанных нами затворов необходимо дать гидравлическое обоснование процесса стабилизации расхода воды затворами – стабилизаторами. В таблице 1 приведен краткий обзор стабилизаторов – водомеров коробчатого типа.

Таблица 1. Стабилизаторы расхода воды коробчатого типа

	Название/Авторы	Схема
1	Ступенчатый секционный коробчатый щит [1] Бочкарев Я.В., Мухутдинова Р., Рохман А.И	
2	Двухкоробчатый затвор – стабилизатор расхода воды (ДКЗС) [2] Биленко В.А., Иванова Н.И., Фролова Г.П., Аскаралиев Б.О	
3	Стабилизатор расхода воды на водовыпуске (СРВВ) [3] Биленко В.А., Фролова Г.П., Аскаралиев Б.О, Омурзаков К.Э.	

Принцип работы стабилизаторов расхода воды данной группы основан на использовании явления вертикального сжатия потока при истечении из-под затвора и за счет этого изменения коэффициента пропускной способности μ_i [4].

$$\mu_i = f(1/\sqrt{H_i}) \quad (1)$$

Работа стабилизатора расхода воды базируется на известной формуле истечения из-под затвора [5]:

$$Q = \varphi \varepsilon_i a b \sqrt{2g(H_i + \frac{V^2}{2g} - a\varepsilon_i)} \quad (2)$$

где, Q – расход отвода; φ - коэффициент скорости, принимается постоянным и зависит от условий подхода потока к стабилизатору $\varphi = 0.95$ [5]; $\varepsilon_i = f(a/H_i)$ - коэффициент вертикального сжатия [5], a – величина открытия затвора, b – ширина затвора в свету, H_i – напор воды перед стабилизатором, определяется режимом работы и условием эксплуатации подводящего канала, изменяется в пределах от H_{min} до H_{max} , $\frac{V^2}{2g}$ - скоростной напор потока на подходе к водораспределительному узлу.

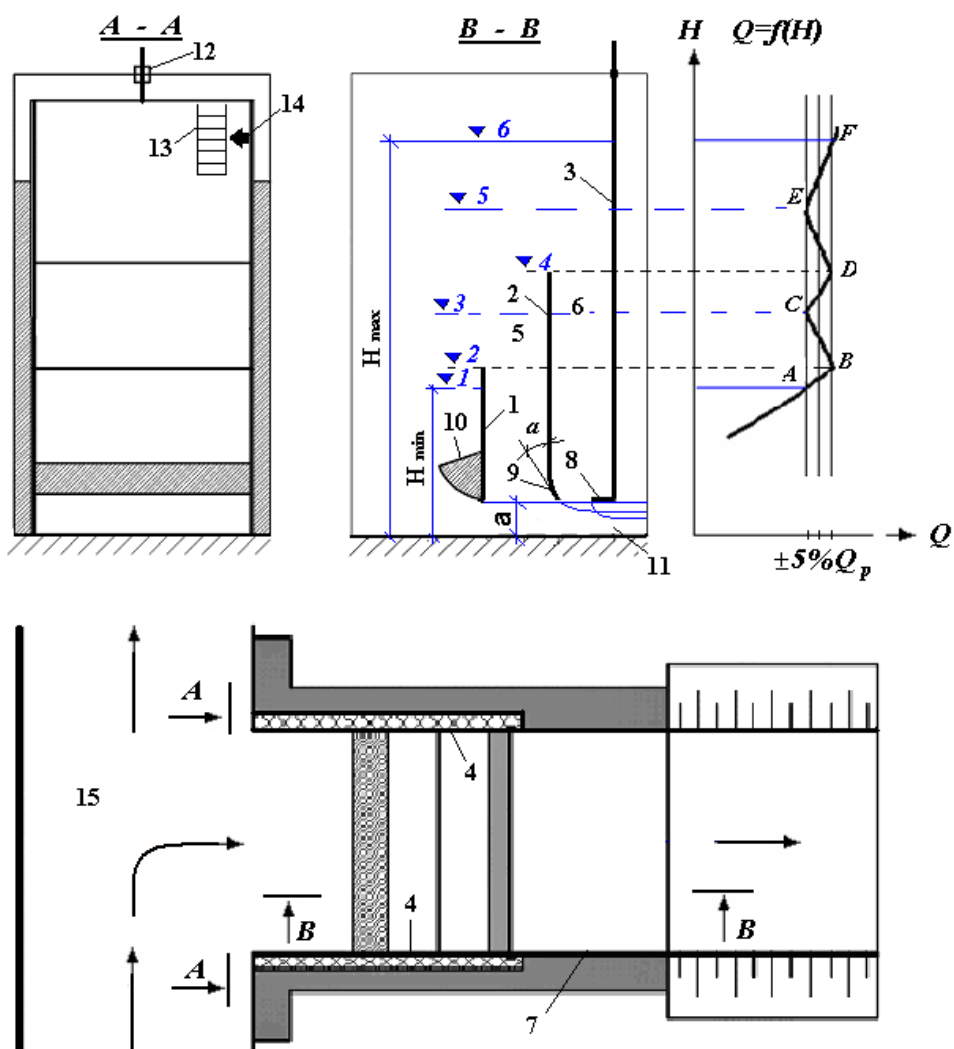


Рисунок 1. Стабилизатор расхода воды типа СРВВ

Рассмотрим работу стабилизаторов расхода воды на примере стабилизатора [3]. На рисунке 1 показан стабилизатор

расхода воды на водовыпуске (СРВВ), содержащий короб, выполненный в виде системы трех вертикальных

последовательно установленных плоских граней 1, 2, 3, соединенных боковыми стенками 4, образующих по вертикали две проточные полости: первая – 5, вторая – 6, установленный на водовыпуске 7. К нижней кромке грани 3 прикреплен горизонтальный козырек 8, к грани 2 – пластина 9 наклоненная к вертикали под углом α , а к грани 1 козырек в виде сектора 10.

Нижние кромки граней расположены на одной отметке и образуют открытие стабилизатора а. Размеры граней по высоте не одинаковы. Отметка грани 1 - $\nabla 2$ ниже, чем отметка грани 2 - $\nabla 4$ и обусловлены гидравлическими параметрами стабилизатора, показанными в виде графика $Q=f(H)$. Для изменения величины открытия водовыпускного отверстия 11 стабилизатор расхода воды оснащен винтовым подъемником 12 с ручным или электрическим приводом, при помощи которого осуществляется перемещение затвора в пазах.

Для определения расхода воды, подаваемой в отвод, стабилизатор расхода оборудуется рейкой 13,

проградуированной в единицах расхода, и стрелкой-указателем 14. Вода к стабилизатору расхода воды поступает из ирригационного канала 15.

Ниже приводится описание работы и гидравлическое обоснование процесса стабилизации.

Материалы и методы исследования. Работа стабилизатора расхода воды состоит в следующем:

При заполнении водой ирригационного канала и достижении напора воды перед водовыпуском 7, равного H_{min} , (с которого начинается стабилизация расхода воды в отвод), истечение потока происходит из-под грани 1, не касаясь нижней кромки грани 2 и 3, которые в этот период работы не влияют на процесс истечения. Пропускаемый расход Q , при увеличении уровня воды в подводящем канале до отметки $\nabla 2$, как видно с графика $Q=f(H)$, изменяется от величины $Q_A = Q_p - 5\% Q_p$ до величины $Q_B = Q_p + 5\% Q_p$. Пренебрегая скоростью подхода расход Q_{A-B} определяется по формуле истечения из-под затвора с криволинейным козырьком:

$$Q_{A-B} = \varphi \varepsilon_{1i} ab \sqrt{2g(H_i - a\varepsilon_{1i})} \quad (3)$$

где $\varepsilon_{1i} = 0.95 \dots 1.0$ - коэффициент вертикального сжатия, величина практически постоянная [5]. Другие обозначения ясны из предыдущего.

При дальнейшем возрастании уровня воды в подводящем канале, происходит перелив воды в проточную полость 5.

$$Q_{B-C} = \mu_{B-C} ab \sqrt{2g(H_i - a\varepsilon_{1i})} \quad (4)$$

где $\mu_{B-C} = f(1/\sqrt{H_{B-C}})$ определяется функциональной зависимостью 1,

Образовавшийся поток в полости 5 создает гидравлическое сопротивление потоку из-под грани 1 и он начинает уменьшаться. Уравнение гидравлики описывающее процесс на участке $B - C$ будет иметь вид:

установленной нами математическим моделированием, выполненным в программе *Microsoft Excel*.

При достижении напора отметки $\nabla 3$ расход, истекающий из-под устройства, снова будет Q_{min} (точка C на кривой $Q=f(H)$). При дальнейшем увеличении напора за гранью 1 возникает так называемый «гидравлический замок»,

движение потока из-под грани 1 прекращается, а истечение происходит из-под грани 2. Истечение (см. участок кривой $C-D$) описывается следующей формулой:

$$Q_{C-D} = \varphi \varepsilon_{2i} ab \sqrt{2g(H_i - a\varepsilon_{2i})} \quad (5)$$

где $\varepsilon_{2i} = f\left(\frac{a}{H_i}, \alpha\right)$ - коэффициент вертикального сжатия, зависит не только от $\frac{a}{H_i}$, но и от угла наклона α пластины 9 (рис. 5-14, [5]), чем больше угол, тем больше величина коэффициента вертикального сжатия ε . Угол наклона пластины 9 устанавливается на основании гидравлического расчета и конструктивных параметров стабилизатора.

Если уровень воды в подводящем канале, или другом объекте, из которого производится водозабор, продолжает возрастать, то процесс протекает аналогично вышеописанному с той лишь разницей что истечение происходит через полость стабилизатора 6. Образовавшийся поток в полости 6 создает гидравлическое сопротивление потоку из-под грани 2 и он начинает уменьшаться. Уравнение гидравлики, описывающее процесс на участке $D - E$ будет иметь вид:

При достижении напором отметки $\nabla 4$ расход снова будет Q_{max} .

$$Q_{D-E} = \mu_{D-E} ab \sqrt{2g(H_i - a\varepsilon_{2i})} \quad (6)$$

где $\mu_{D-E} = f(1/\sqrt{H_{D-E}})$ определяется функциональной зависимостью, установленной математическим моделированием.

При дальнейшем увеличении напора за гранью 2 возникает также «гидравлический замок», движение потока из-под грани 2 прекращается, а истечение происходит из-под грани 3. Истечение (см. участок кривой $E-F$) описывается следующей формулой:

При достижении напора отметки $\nabla 5$ расход, истекающий из-под устройства, будет Q_{min} (точка E на кривой $Q=f(H)$).

$$Q_{E-F} = \varphi \varepsilon_{3i} ab \sqrt{2g(H_i - a\varepsilon_{3i})} \dots \quad (7)$$

где μ_{3i} - коэффициент вертикального сжатия при истечении из-под горизонтального козырька, принимается равным $\mu_{3i}=0.5$ [1].

подаваемый в отвод равен Q_{max} .

При достижении уровнем воды отметки $\nabla 6$, т.е. при напоре H_{max} расход

Результат исследования. Таким образом, стабилизатор расхода воды при различных уровнях в верхнем бьефе от напора, равного расчетному ($H_{расч} = H_{min}$)

до максимального (H_{max}) работает в двух режимах: без перелива воды внутрь короба и с переливом, а общий расход сохраняется в пределах заданной точности ($\pm 5\% Q_p$), которая обеспечивается взаимным расположением граней и их конфигурацией.

Математическое моделирование

Выводы. По результатам $Q = a \cdot b \cdot c$, (8) где, a - величина открытия щитового отверстия, b – ширина щитового отверстия, c – водомерный коэффициент для данной конструкции стабилизатора расхода воды в диапазоне изменения напоров (от H_{min} до H_{max}), и открытии затвора $a = (0,25 \dots 0,35) H_{min}$, принимается равным $c=2$ м/с. предлагаемого стабилизатора расхода воды позволило определить диапазон изменения напоров воды от H_{min} до H_{max} , в котором обеспечивается стабилизация заданного расхода $\pm 5\% Q$. Диапазон изменения напоров $H_{max}/H_{min} = 3,0$ (см. рисунок).

Список литературы:

1. Основы автоматики и автоматизации гидромелиоративных систем / Я.В. Бочкарев, П.И. Коваленко, А.И. Сергеев. – М.: Колос, 1993.
2. Стабилизатор расхода воды. //Биленко В.А. Иванова Н.И., Фролова Г.П. Аскаралиев Б.О. Патент КР № 1053, МПК Е 02 И 13/00, опубл.26.08.2008 бюлл. № 7 -7с.
3. Стабилизатор расхода воды на водовыпуске. // Биленко В.А., Фролова Г.П. Аскаралиев Б.О, Омурзаков К.Э. Заявка на изобретение КР № 20100098.1 о 27
4. Бочкарев Я.В. Овчаров Е.Е. Основы автоматики и автоматизации

математического моделирования была выполнена экспериментально производственная модель. Производственные исследования подтвердили правильность принятых зависимостей.

С достаточной для практики точностью величину расхода воды в отводящий канал можно определить по зависимости [1]:

производственных процессов в гидромелиорации. – М.: Колос, 1981.- 335с.: ил.

5. Справочник по гидравлическим расчетам. Под ред. П.Г. Киселева. Изд. 4-е переработ. и доп. - М.: Энергия, 1972.- 312 с.: ил.

Сведения об авторах:

1. Фролова Галина Петровна - КНАУ им. К.И.Скрябина. к.т.н., доцент; **Телефон:** (раб.) 0312 54 87 31. **Адрес:** г. Бишкек, ул. Олега Кошова, 32 **E.mail:** gal-ina.fr@yandex.ru
2. Аскаралиев Бакытбек Окенович- КНАУ им. К.И.Скрябина. к.т.н., доцент; Заведующий кафедрой мелиорации и УВР. **Телефон:** (раб.) 0312 54 87 31. **Адрес:** г. Бишкек, ул. Медерова, 68 **E.mail:** kafedramuvr@mail.ru
3. Омурзаков Канат Эркебаевич – КНАУ им. К.И. Скрябинастарший преподаватель **Телефон:** (раб.) 0312 54 87 31. **Адрес:** г. Бишкек, ул. Медерова, 68 **E.mail:** kanat3884@gmail.com
4. Маматов Нурлан Элебесович Кыргызско-Турецкий университет «Манас» PhD, доцент **Адрес:** г. Бишкек, Проспект Мира, 56 **E.mail:** nurmamatov1965@mail.ru
5. Аскаралиева Амина Бакытбековна - КНАУ К.И. Скрябина. Студент по направлению Природообустройство и водопользование **Телефон:** (раб.) 0312 54 87 31. **Адрес:** г. Бишкек, Медерова, 68 **E.mail:** aminakuma18@gmail.com