



УДК 532.522.001.5

<https://doi.org/10.5281/zenodo.23760616>

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДОВЫПУСКНОГО ШЛЮЗА
БОЛЬШОГО АНДИЖАНСКОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА**

Худайкулов С.И. Международный университет Кимё в Ташкенте, Ташкент,
Узбекистан, s.xudaykulov@kiut.uz

Шербоев М.Р. Международный университет Кимё в Ташкенте, Ташкент, Узбекистан,
m.sherbayev@kiut.uz ,

Турсунбоев Ш.Н. Международный университет Кимё в Ташкенте, Ташкент,
Узбекистан, sh.tursunboyev@kiut.uz .

Введение. Большой Андижанский канал, оросительный канал в Ферганской долине Узбекской ССР. Начинается на левом берегу р. Нарын у Учкурганского гидроузла, проходит по междуречью Нарына и Карадарьи, пересекает центральную часть Ферганской долины в юго-зап. направлении по терр. Андижанской и Ферганской обл., заканчивается концевым сбросом в Северо-Багдадский коллектор. Построен в 1966—70. Канал самотёчный; дл. 109 км, макс. пропускная способность 330 м³/с (обычно расход составляет 200 м³/с). Назначение: орошение св. 140 тыс. га земель: 60 тыс. га — земли нового орошения, 80 тыс. га — ранее орошаемые из Большого Ферганского канала.



Рис.1. Регулирование течением русел большого Андижанского канала.

Постановка вопроса. Регулирование водосливного фронта в системах гидротехнических сооружений имеют важные значения, от которых зависят безопасная их эксплуатация. Как известна, большая потенциальная энергия в верхнем бьефе сооружения пройдя через водосливную плотину, набирает большую кинетическую энергию. Который имеет не только мощную энергию, но и большую разрушительную силу. Поэтому вопросы управления регулированием водовыпускного шлюза актуальны.

Большое количество кинетической энергии подлежит грамотному управлению. Исследования в Джизакском водохранилище производились по следующему данным, где ширина ядра постоянных скоростей b_* определялась по опытным данным в зависимости от степени расширения потока β . Корректив количества движения α_{0B} при $\beta_i < 2$, $\beta < 4$ находим по заранее известному значению b_* .

Численное решение задачи о нахождении относительной скорости в пределах рисбермы было выполнено на ЭВМ.

В задаче считались заданными следующие параметры: $\beta_i = 2 \Leftrightarrow 6$; $Fr_1 = 10 \Leftrightarrow 100$,

соответствующие им сопряженные глубины $\frac{h_1}{h_2}$; α_{0B} .

Расчеты проводились для водослива, Андижанского магистрального канала, имеющего 24,12 и 6 пролетов. Окончательные результаты расчета представлены в виде серии кривых зависимости относительной скорости $\frac{u_m}{u_1}$ от числа Фруда Fr_1 и степени расширения потока β (рис. 2, а при $\alpha_{0B} = 7$, рис. 2.б. при $\alpha_{0B} < 7$).

Максимальные скорости течения возникают в нижнем бьефе при условии, когда половина водосливного фронта открыта частично, а во второй половине открытые частично и

полностью отверстия чередуются через одно. Это положение согласуется с данными опытов, приведенными ниже.

При $\beta_i = 1$ половина отверстий водосливного фронта будет открыта полностью, а половина - частично (следовательно, $\beta = 2$, $\beta_i = \frac{\beta}{2} = 1$, в нижнем бьефе - плоские условия, а в пределах плотины - неравномерное распределение расходов по фронту, так как каждое частично открытое отверстие чередуется с полностью открытым).

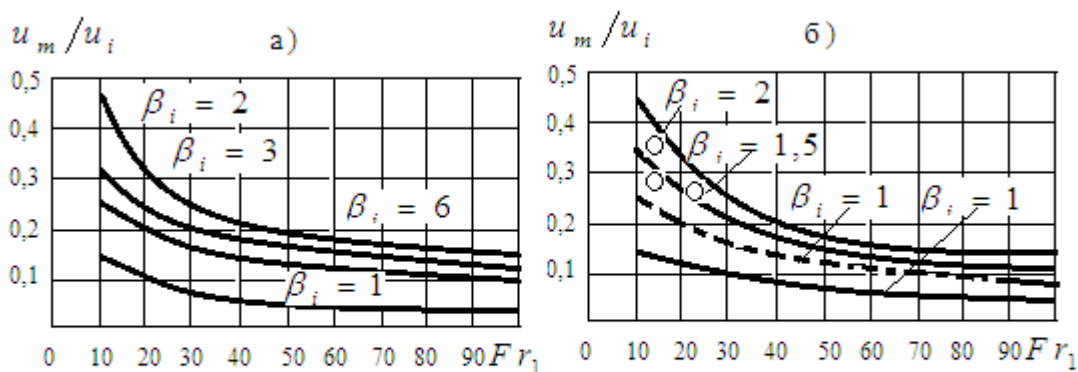


Рис.2. Графики зависимости $u_m/u_i = f(Fr_1, \beta)$
а) при $\beta_i > 2$ б) при $\beta_i < 2$

Анализ графиков показывает, что при $\beta_i > 2$ (рис.1, а) для постоянного числа Фруда с уменьшением степени расширения относительные скорости возрастают, а при $\beta_i < 2$ (рис. 1, б) убывают, приближаясь к значениям относительной скорости в плоских условиях ($\beta_i = 1$, $\beta = 2$); для постоянной степени расширения с увеличением числа Fr_1 относительные скорости убывают.

Приведенные результаты справедливы, если число Фруда в сжатом сечении потока $Fr_1 > 10$. При $Fr_1 < 10$ сопряжение бьефов будет осуществляться по типу, близкому к прыжку-волне, для которого приведенные зависимости в ряде случаев решения не дают.

Оценку степени увеличения удельного расхода в пределах рисбермы получим путем сравнения удельного расхода q_{np} в пространственном потоке с удельным расходом q_1 в створе I—I за плотиной при полном открытии всех отверстий ($\beta = 1$):

$$\frac{q_{np}}{q_1} = \frac{u_m h_B}{u_1 h_1 n_3} = \left(\frac{u_m}{u_1} \right)_{np} \left(\frac{u_1}{u_2} \right)_{nl} / \frac{1}{n_3}$$

где $n_3 = \frac{h_2}{h_B}$ - относительные скорости в нижнем бьефе в плоских (при полном открытии всех

отверстий, рис. 2, б, кривая при $\beta = 1$) и пространственных (рис.2,а, б, $\beta_i > 1$, $\beta > 2$) условиях; определяются из формул:

$$\left(\frac{u_2}{u_1} \right)_{np} = \frac{h_1}{h_2} \left(\frac{u_1}{u_2} \right)_{np}$$

График зависимости $\frac{q_{np}}{q_1}$ (рис.3, кривая 2) показывает, что при $\beta = 4$ удельный расход в пределах рисбермы при чередовании открытых частично и полностью отверстий в 1,7 раза превышает удельный расход в створе I-I за плотиной при полном открытии всех отверстий.

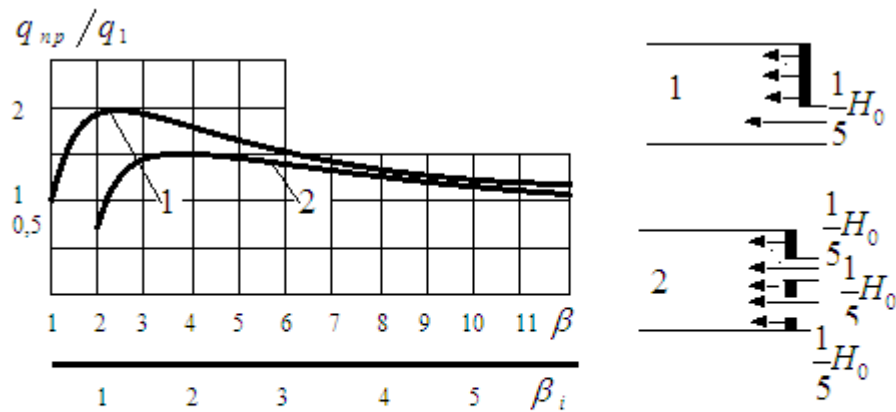


Рис.3. Графики изменения относительных удельных расходов 1 при последовательном одностороннем полном открытии затворов $q_{np}/q_1 = f(Fr_1, \beta)$; 2-при чередовании открытых частично и полностью затворов $q_{np}/q_1 = f(Fr_1, \beta_i)$.

При работе всего водосливного фронта по схеме с чередованием открывается частично и полностью отверстий в нижнем бьефе установится наименьший удельный расход, равный $\frac{q_1 + 0,2q_1}{2} = 0,6q_1$. При увеличении степени расширения потока в нижнем бьефе β_i

от 2 до 6 отношение $\frac{q_{np}}{q_1}$ стремится к единице, а при уменьшении β_i от 2 до 1, $\frac{q_{np}}{q_1}$ стремится к 0,6. Число Фруда влияет незначительно на изменение относительных удельных расходов.

Для сравнения на рис. 3 приведена кривая 1, характеризующая изменение относительных удельных расходов в случае одностороннего открытия пролетов полностью при условии, что

остальные пролеты уже открыты на $\frac{1}{5}$ полного напора на гребне водослива [8,12].

Вывод. При такой схеме получается большее увеличение удельных расходов в пределах рисбермы, чем в случае чередования частично и полностью открытых отверстий.

1. Таким образом, при эксплуатации сооружений следует вначале открывать вес отверстия плотины частично. После того, как все затворы будут открыты частично, рекомендуется поднимать затворы полностью через один, начиная со второго. Затем все отверстия разрешается открывать полностью подряд. [8,10,11]

2. С целью изучения качественной стороны процесса и проверки расчетных зависимостей, полученных теоретическим путем, были проведены экспериментальные исследования в лаборатории «Водохранилище и их безопасность». НИИИВП.

3. Опыты по схеме, изображенной на рис.1, были проведены на модели шести пролетной плотины с гладким водобоем, установленной в прямоугольном горизонтальном лотке шириной 2,4 м, длиной рабочей части 7 м. Ширина пролета в свету была принята 34 см, а

толщина бычков 6 см. Профиль водосливной плотины высотой 28,5 см был очерчен по координатам Кригера - Офицерова и плавно сопрягался с дном водобоя. Ограниченное число пролетов (наибольшая величина $\beta = 6$) и высота плотины позволили провести всего три опыта.

4. В зависимости от пропускаемого расхода через полностью открытые отверстия (остальные отверстия пока закрыты) и соответствующего напора на гребне водослива рассчитывалась вторая сопряженная глубина - донного гидравлического прыжка в условиях двухмерной задачи. Глубину устанавливали в конце лотка и поддерживали постоянной. Затем открывались остальные отверстия на 1/5 и расход увеличивали до тех пор, пока глубина в верхнем бьефе не установилась на прежнем уровне. [8,9,12].

5. При этом в нижнем бьефе струи, вытекающие из полностью открытых отверстий, за пределами прыжка сливались в одну, образуя струйное течение так, что весь расход воды сосредотачивался у одного борта лотка, что объясняется эжектирующим свойством струи. У другого борта формировался водоворот с вертикальной осью вращения. Поперечный уклон свободной поверхности за пределами прыжка был равен нулю, отрыва потока от боковой стенки не наблюдалось.

6. Измерение скоростей в транзитном потоке проводилось трех точечным способом с помощью трубки Пито. Статическим отверстием этой трубки измерялся пьезометрический напор в пяти створах, расположенных в лотке через каждые 0,5 м, начиная от сжатого сечения. Опытами установлено, что сбойность течения при данной схеме работы сооружения выражается только в увеличении удельных расходов.

7. Значения максимальной скорости в пределах рисбермы для различных расходов при

$\beta_i = 1,5$ были нанесены на соответствующую кривую (рис.3,6).. Опытные значения $\frac{u_m}{u_1}$ и

$\frac{q_{np}}{q_1}$ достаточно хорошо согласуются с расчетными кривыми. Таблица иллюстрирует значение гидравлических параметров в опытах.

Таблица

Номер опыта	$Q, л.сек$	$\beta_i = N/n_i$	$H, см.$	$h_k, см.$	$h_1, см.$	$h_2, см.$	Fr_1	u_m/u_1	q_{np}/q_1
1	80	1,5	19,6	14,65	5,3	22,4	10,9	0,934	1,28
2	65	1,5	13,9	13,3	3,96	20,3	16	0,248	1,21
3	13	1,5	5,2	7,8	2,79	15,3	17,6	0,229	1,22

Результаты, полученные из экспериментов, являются подтверждением правильности выбранного математического метода.

Использованная литература

1. Абрамович Г. Н. Теория турбулентных струй. Физматгиз, 1960.-.
2. Леви И. И. Движение речных потоков в нижних бьефах гидротехнических сооружений. Госэнергоиздат, 1955.
3. Михалев М. А. К теории гидравлического прыжка. Изюетня, ВНИИГ, т. 78, «Энергия», 1965.
4. Михалев М. А. Расчет второй сопряженной глубины в пространственных условиях сопряжения бьефов. Гидротехническое строительство, 1965, № 8.
5. Чугаев Р. Р. Водосливные бетонные плотины. Ч. I, ЛПИ., 1958.

6. Рахманов А. Н. Очертание поверхностного водоворота транзитного» потока и некоторые характеристики донного гидравлического прыжка. Известия ВНИИГ, т. 59. «Энергия», 1958.
7. Гунько Ф. Г. Методика гидравлических расчетов нижних бьефов. многопролетных плотин на равнинных реках при маневрировании затворами. Госэнергоиздат, 1957.
8. Якушкина О. И. Исследование сбойного течения в нижнем бьефе за многопролетной плотиной в случае одностороннего планового расширения потока. Труды ЛПИ, № 312, 1971.
9. У.И. Бегимов, Н.А. Усмонова, Х.М. Якубова, С.И. Худайкулов «Моделирование ударного импульса в водовыпускном трубопроводе» каркидонского водохранилища. Журнал «Проблемы механики». – Ташкент, 2020. - №4. – С.45-48.
10. Begimov U. I., Khudaykulov S.I., Narmanov O. A. «Formations of Ventilated Caves and Their Influence on the Safety of Engineering Structures» International Journal of Academic Information Systems Research (IJAISR) ISSN: 2643-9026 Vol. 5 Issue 1, January - 2021, Pages: 105-109. 1,05 .Impact Factor.
11. N.A. Usmonova, Prof. S.I. Khudaykulov. Spatial caverns in flows with their perturbations impact on the safety of the karkidon reservoir. 3rd Global Congress on Contemporary Science and Advancements Hosted From New York USA www.econferenceglobe.com. TECHMIND-2021, 126-130.
12. Худайкулов С.И., Жовлиев Ў.Т., Усмонова Н.А. Схемы кавитационных течений многофазной жидкости. Ўзбекистон республикаси олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги Фарғона политехника институти «Замонавий бино – иншоотларни ва уларнинг конструкциялари ни лойиҳалаш, барпо этиш, реконструкция ва модернизация қилишнинг долзарб муаммолари» Республика онлайн илмий – амалий конференция материалларитўплами. 21 – 22 апрель. Фарғона 2021.С: 277-280