

ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕЧНЫХ ПРОЛЕТОВ ВОДОЗАБОРНЫХ ГИДРОУЗЛОВ

Төмөн басымдуу суу алуучу курулмалардагы туз иштөөчү гидравликалык каражаттарды автоматташтыруунун эсебин өркүндөтүүсү берилет. Жогорку бьефте эсептелген бийиктикти кармап туруу үчүн тескери басымдын маанисин эсептөө формуласын табуу.

Обосновывается необходимость совершенствования методики расчета средств гидравлической автоматизации прямого действия, которые устраиваются в речных пролетах низконапорных водозаборных сооружений. Приводится вывод формулы для определения величины противодействия, необходимого для поддержания в верхнем бьефе водозаборного сооружения расчетного напора.

Necessity of perfection of a design procedure of means of hydraulic automation, direct action which are arranged in river flights small depth water intaking constructions is proved. The conclusion of the formula for definition of size of counter-pressure necessary for maintenance in top party a water intaking construction of a settlement pressure is resulted.

При проектировании низконапорных водозаборных сооружений основными параметрами, регламентирующими вертикальные габариты их элементов, являются расчетный напор верхнего бьефа H_p и максимальный расчетный напор $H_{\max}$ /1/.

Величина расчетного напора H_p определяется условиями командования над отводящим каналом и вертикальными размерами средств наносозащиты. Максимальный расчетный напор $H_{\max}$ обычно задается согласно рекомендациям /2/ в зависимости от величины расхода водотока расчетной обеспеченности $Q_{1\%}$.

Основным конструктивным элементом, предопределяющим пропускную способность водозаборного сооружения и, соответственно, напоры верхнего бьефа, является речной пролет. При гидравлическом расчете речного пролета низконапорных водозаборных сооружений истечение из верхнего бьефа (ВБ) в нижний бьеф (НБ) рассматривается в виде потока, проходящего через гребень водослива с широким порогом /3/. Этот подход является верным, если речной пролет оборудуется подпорным

элементом в виде механически управляемого затвора, так как затвор может полностью подниматься над уровнем воды.

Необходимо отметить, что воссоздание перед створом речного пролета истечения через водослив с широким порогом предупреждает уменьшение пропускной способности узла в случае незначительного превышения уровней воды в НБ отметки речного пролета. Такой режим работы обычно проявляется в начальный период пропуска паводкового расхода в условиях, когда в отводящем русле узла произошло образование наносных гряд при долговременной эксплуатации в режиме меженных расходов.

В современных условиях при проектировании и строительстве водозаборных сооружений на горных реках для систем гидроэнергетического и ирригационного назначения активно внедряются средства гидравлической автоматизации прямого действия. Они призваны повысить надежность сооружений, автономность гидроузла, а также снизить эксплуатационные затраты за счет сокращения персонала.

Ранее нами была предложена компоновочная схема усовершенствованного водозаборного сооружения (рис. 1) /3/. В ходе проектирования и моделирования речной пролет представленного водозаборного сооружения был оборудован моделью Г-образного затвора автомата уровня верхнего бьефа клапанного типа прямого действия (рис. 2) /4/.

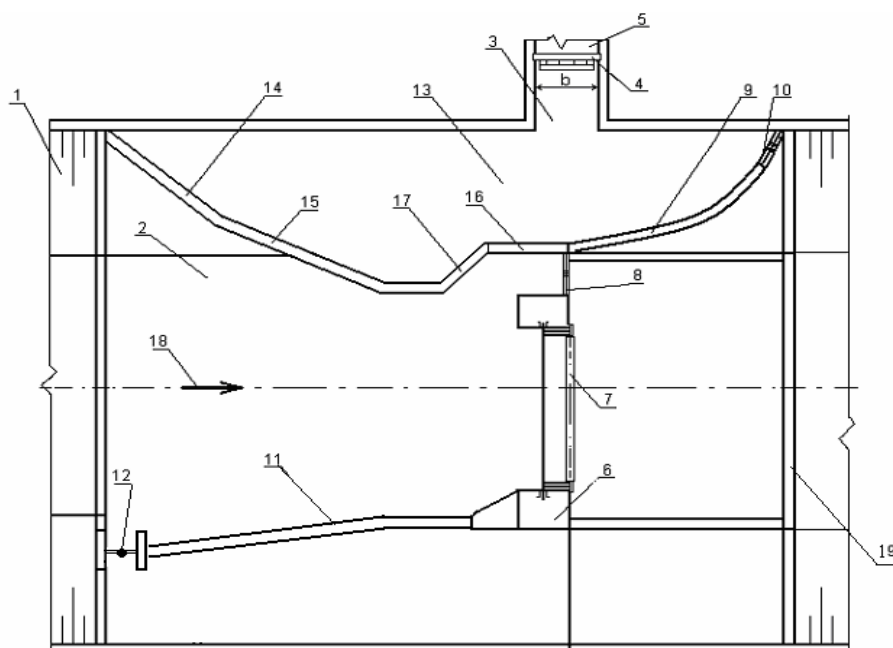


Рис. 1 Компоновочная схема водозаборного сооружения для горных рек (ВСГР) конструкции КРСУ: 1 – береговой усть, 2 – подводящее русло, 3 – водоприемный оголовок, 4 – стабилизатор расхода, 5 – отводящий канал, 6 – подпорное сооружение, 7 – речной пролет, оборудованный затвором-автоматом уровня верхнего бьефа, 8 – затвор

промывного отверстия, 9 – криволинейный в плане катастрофический водослив, 10 – затвор опоражнивающего отверстия водоприемной камеры, 11 – сбросной водослив, 12 – затвор наносоотводящего отверстия, 13 – водоприемная камера, 14 – усовершенствованный ломаный в плане порог, 15 – часть трапециoidalной в плане формы ломаного в плане наносозащитного порога выступающая в сторону речного пролета, 16 – разделительный бычок водоприемной камеры и верхнего бьефа сооружения, 17 – концевая секция ломаного в плане наносозащитного порога, 18 – динамическая ось потока в верхнем бьефе сооружения, 19 – отводящее русло

Лабораторные исследования /5/ показали, что устройство клапанных затворов автоматов уровня верхнего бьефа не гарантируют полного его открытия при пропуске паводковых расходов при заданном расчетном напоре H_p . Значение предельно допустимого открытия затворов составляет угол $\alpha = 53^\circ \div 55^\circ$. На модели затворы открывались на угол до 40° , а для большего их открытия требовалось увеличение глубины в верхнем бьефе модели водозаборного сооружения больше расчетного значения. На наш взгляд, это является производной несовершенства расчетной теории проектирования затворов автоматов уровня верхнего бьефа и методики анализа их характеристик.

Теоретическому предопределению параметров средств автоматизации речных пролетов водозаборных сооружений посвящены работы многих видных ученых в области гидротехники: Я.В.Бочкарева, Э.Э.Маковского, Б.И.Мельникова, А.И.Рохмана и многих других /1/. На сегодняшний день имеется множество различных методик, описывающих рабочие характеристики и параметры отдельно взятых конструкций затворов в автоматическом режиме, способных обеспечить поддержание расчетного напора в верхнем бьефе водозаборных сооружений. Но ни одна из них не является универсальной, способной произвести диагностику вновь создаваемых конструкций затворов-автоматов.

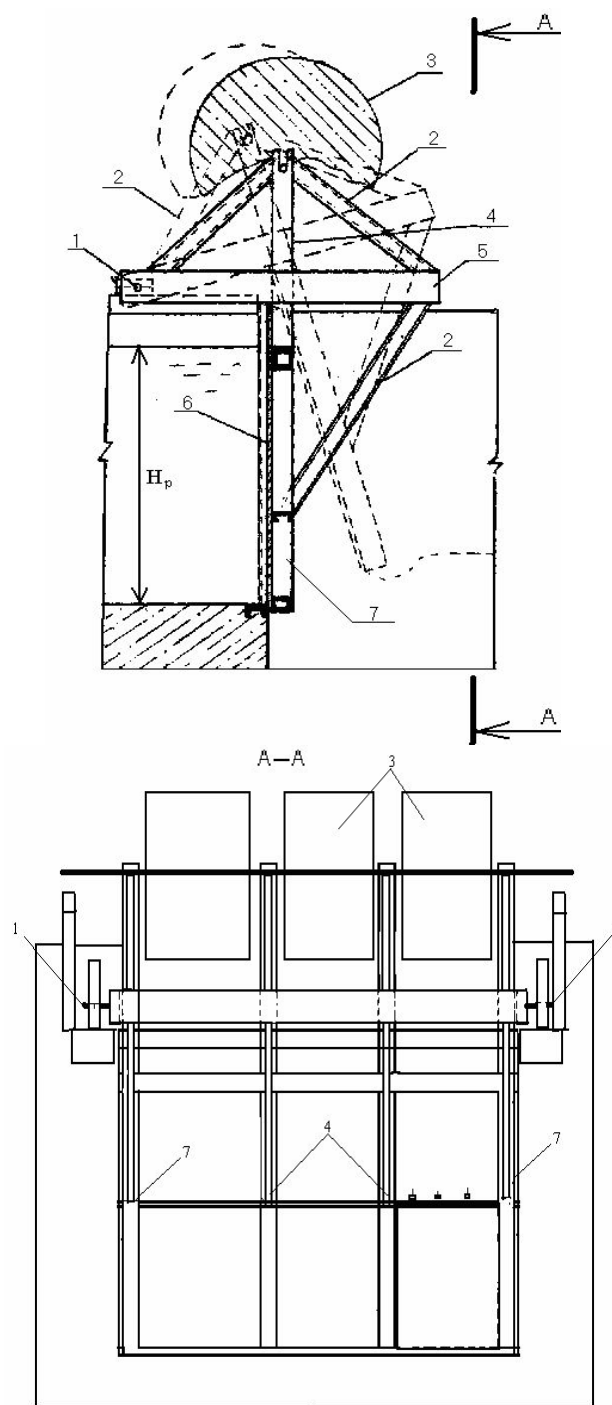


Рис. 2. Г-образный затвор автомат уровня верхнего бьефа: 1 – ось вращения; 2 – раскосы; 3 – противовес; 4 – стойки; 5 – консоль; 6 – полотнище; 7 - боковые стойки

С целью вывода основного уравнения, характеризующего расчетные параметры затвора автомата уровня верхнего бьефа прямого действия, нами была рассмотрена следующая схема (рис. 3), на которой действие затвора автомата заменено противодействующим подтоплением со стороны нижнего бьефа. При этом истечению через речной пролет противодействует объем воды в виртуальном отводящем русле,

площадь поперечного сечения которого стремится к бесконечности $\omega_{om} \rightarrow \infty$, скорости движения потока на любом участке длины равны нулю.

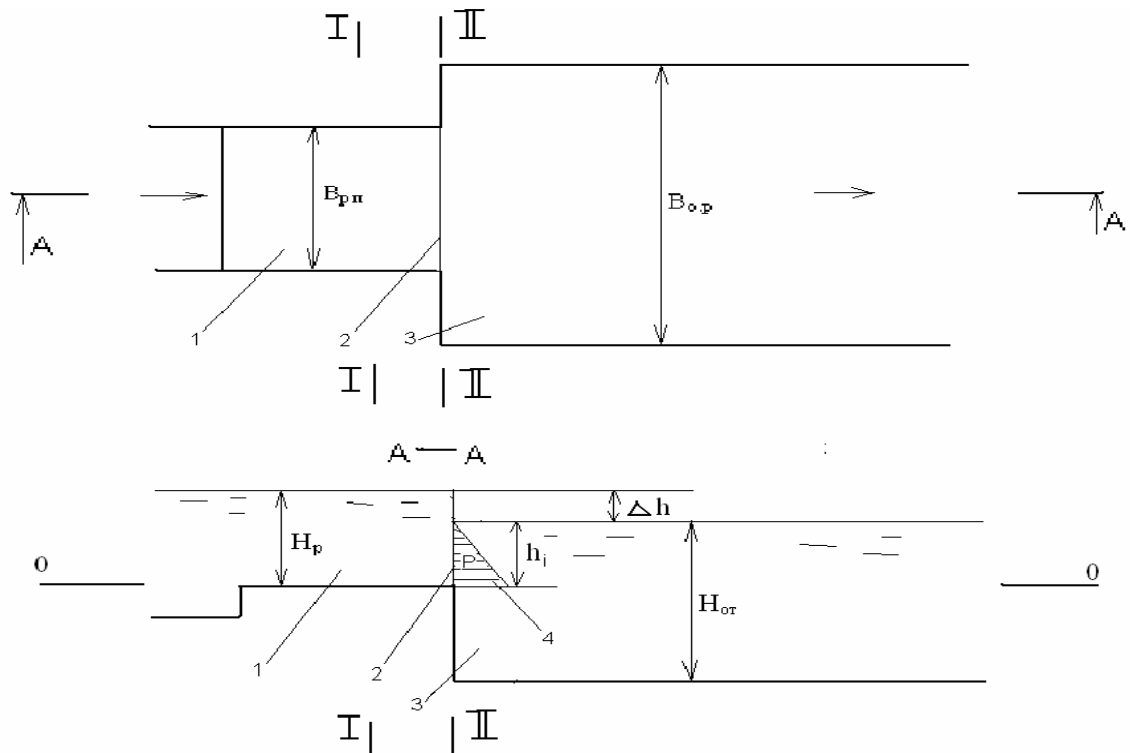


Рис. 3. Расчетная схема речного пролета с эквивалентным сопротивлением со стороны отводящего русла. 1 – порог речного пролета; 2 – створ устройства затвора автомата уровня верхнего бьефа; 3 – эквивалентный поток в отводящем русле; 4 – эпюра противодействия со стороны виртуального отводящего русла

Составляя уравнение Бернулли для сечений I-I и II-II относительно плоскости сравнения 0-0 (см. рис. 3), можем получить зависимость вида:

$$H_p + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = h_i + \xi_p \frac{v_1^2}{2g},$$

(1)

где H_p – глубина воды над гребнем порога, где поток можно считать плавно изменяющимся при прохождении величин расходов воды меньше паводковых; v_1 – скорость движения воды, на гребне порога составляющего речной пролет; h_i – требуемое превышение уровня воды в отводящем русле воды над дном речного пролета для поддержания на его гребне расчетного напора H_p ; $\sum \xi_p$ – коэффициент потерь напора водного потока на преодоление конечного створа порога.

Так как эквивалентный объем воды в отводящем русле замещает подпорное устройство в виде затвора речного пролета, а скорость движения полотнища затвора-

автомата уровня верхнего бьефа при установившемся уровне воды в верхнем бьефе равна нулю, в представленном уравнении Бернулли (1) скоростной напор в сечении II принимается равной нулю. Поэтому для определения потерь напора в створе речного пролета нами используется скоростной напор наблюдаемый в сечении I-I.

Преобразовывая приведенное уравнение, можем получить зависимость для определения величины противодействия, вызываемого эквивалентным сопротивлением от неподвижного объема воды, находящегося в виртуальном отводящем русле, на 1 метр ширины речного пролета:

$$h_i = H_p - \Delta h + \frac{\alpha v_1^2}{2g}.$$

(2)

При выводе уравнения (2) были сделаны следующие преобразования:

$$\Delta h_i = \xi_p \frac{v_1^2}{2g},$$

где Δh_i – необходимая разность уровней воды в речном полете и в виртуальном отводящем русле для пропуска необходимого расхода Q_i , которая также может быть определена по формуле определенной из уравнения Бернулли (1):

$$\Delta h_i = \frac{q_i^2}{c^2 H_p^2 2g},$$

(3)

где q_i – удельный расход воды в створе речного порога; c – коэффициент, зависящий от величин коэффициента потерь напора на преодоление створа для устройства затвора автомата уровня верхнего бьефа ξ_p и отношения $\Delta h_i/H_p$.

С учетом выражения (3) зависимость (2) может быть преобразована:

$$h_i = H_p - \frac{q_i^2}{c^2 H_p^2 2g} + \frac{\alpha q_i^2}{2g H_p^2}.$$

(4)

Представленное уравнение может являться функцией для определения зависимости величины противодействия от расходов воды, которые необходимо сбрасывать в нижний бьеф водозаборного сооружения через речной пролет водозаборного сооружения $P=f(Q)$. Анализ зависимости (4) показывает, что при сбросном расходе через речной пролет, равном нулю, величина противодействия должна составлять величину гидростатического давления при H_p , а при максимальном расходе сбрасываемого через речной пролет

противодавление должно составлять наблюдаемый при этом скоростной напор или быть равной нулю.

Список литературы

1. Филончиков А.В. Проектирование автоматизированных водозаборных узлов на горных реках. – Фрунзе: Кыргызстан, 1990. – 371 с.
2. Лавров Н.П., Логинов Г.И., Торопов М.К. Водозаборное сооружение для деривационной ГЭС на р. Иссык-Ата //Гидротехническое строительство. – 2008. – № 12. – М.: НТФ «Энергопрогресс». – С. 5–9
3. Соболин Г.В. Водозаборные узлы для оросительных систем рек горно-предгорной зоны. – Фрунзе: Кирг НИИ ЭА, ММ и ВХ Кирг. ССР, 1990. – 241 с.
4. Гидротехнические сооружения для малой энергетики горно-предгорной зоны / Под ред. Н.П. Лаврова. – Б.: Салам, Бишкек, 2009. – 496 с.
5. Логинов Г.И. Совершенствование водозаборных гидроузлов для целей ирригации и гидроэнергетики: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Бишкек, 2004. – 20 с.