

УДК 627.83

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ГЛУБИН В ВЕРХНЕМ БЬЕФЕ НИЗКОНАПОРНОГО ВОДОЗАБОРНОГО СООРУЖЕНИЯ

С.С. Отаназаров, Н.У. Кайытова

Предложена методика по обоснованию расчетных глубин в верхнем бьефе низконапорного водозаборного сооружения, оборудованного ломаным в плане наносозащитным порогом. Определена необходимость обоснования значений расчетных глубин в верхнем бьефе сооружения с учетом гидрологических характеристик речного потока. При этом определена необходимость поддержания расчетной глубины и максимальной расчетной глубины. Расчетная глубина поддерживается для создания условий командования над отводящим каналом и обеспечения водоподачи через гребень наносозащитного порога в маловодный период. Максимальная глубина будет создаваться при пропуске паводковых расходов через створ сооружения. Это гарантирует высокую эффективность работы низконапорных плотинных водозаборных сооружений и надежную водоподачу водопотребителям и водопользователям.

Ключевые слова: расчетная глубина; водопроводящие сооружения, наносозащитные пороги; коэффициенты расхода; водозаборное сооружение; расчетные схемы; влекомые наносы.

ТӨМӨНКҮ БАСЫМДАГЫ СУУ ЖЫЙНООЧУ КУРУЛМАНЫН ЖОГОРКУ БЬЕФИНДЕ ЭСЕПТИК ТЕРЕҢДИКТИ АНЫКТООНУН МЕТОДИКАСЫ

Бул макалада төмөнкү басымдагы суу жыйноочу курулманын жогорку бьефинде эсептик тереңдиктин эсебин аныктоо боюнча методика сунушталган. Дарыянын агымынын гидрологиялык мүнөздөмөсүн эске алуу менен курулманын жогорку бьефинде эсептик тереңдиктин маанисин негиздөөнүн зарылдыгы аныкталды. Ошол эле учурда эсептик тереңдигин жана максималдуу эсептик тереңдигин кармап туруунун зарылдыгы аныкталды. Эсептик тереңдик каналдагы сууну бурууну башкаруу шарттарын түзүү үчүн жана суу аз болгон мезгилде нанос коргоочу босогонун тиштери аркылуу суу берүүнү камсыз кылуу үчүн кармалып турат. Курулманын капкагы аркылуу суу ташкындарынан калган сууну коё берүүдө максималдуу тереңдик түзүлөт. Мунун өзү төмөнкү басымдагы суу жыйноочу плотина курулмасынын ишинин жогорку натыйжалуулугун жана сууну керектөөчүлөрдү жана сууну пайдалануучуларды суу менен ишенимдүү жабдууну кепилдейт.

Түйүндүү сөздөр: эсептик тереңдик; суу өткөрүүчү курулмалар, нанос коргоочу босого; чыгымдоо коэффициенти; суу жыйноочу курулма; эсептик схемалар; наностор.

THE METHOD OF DETERMINING THE ESTIMATED DEPTHS UPSTREAM OF LOW-PRESSURE WATER

S.S. Otanazarov, N.U. Kaiypova

The technique for the justification of the calculated depths in the upper part of the low-pressure water intake facilities equipped with a nanoprotective threshold in terms of the plan is proposed. The necessity of substantiation of the values of the calculated depths in the upper part of the structure taking into account the hydrological characteristics of the river flow is determined. The necessity of maintaining the calculated depth and the maximum calculated depth is determined. The calculated depths are maintained to create conditions of command over the discharge channel and ensure water supply through the crest of the nanoprotective threshold in the low-water period. Maximum depths will be created when flood expenses are passed through the facility. This ensures high efficiency of low-pressure dam water intake facilities and reliable water supply to water consumers and water users.

Keywords: estimated depth; size of water conveyance structures; nanodosimetry thresholds; expense ratios; water intake structure; the ratio of water intake; traction load.

При проектировании водозаборных сооружений основными параметрами, определяющими вертикальные габаритные размеры их элементов, являются: расчетная глубина H_p и максимальная расчетная глубина $H_{p,max}$ верхнего бьефа [1].

Величина расчетного напора H_p определяется условиями командования над отводящим каналом и вертикальными размерами наносозащитного порога. Основной формулой для определения расчетной глубины в верхнем бьефе водозаборного сооружения перед наносозащитным порогом с учетом расчетной схемы (см. рисунок 1) является зависимость [1]:

$$H_p = P_{cp} + H_{н.н}, \quad (1)$$

где P_{cp} – высота наносозащитного порога в средней части его длины, определяется с учетом зависимостей ранее предложенной методики [2]; $H_{н.н}$ – напор над средним сечением ломаного в плане наносозащитного порога.

Минимальное значение напора над гребнем наносозащитных порогов $H_{н.н}$ определяли по формуле:

$$H_{н.н} = \sqrt[3]{\frac{Q_{75\%min}^2}{m_{н.н}^2 \sigma_{кос} L_{н.н}^2 (\sqrt{2g})^2}}, \quad (2)$$

где $Q_{75\%min}$ – минимальная величина расхода расчетной 75 % обеспеченности, характерная для репрезентативных рек Кыргызстана; $m_{н.н}$ – коэффициент расхода наносозащитного порога, для его определения предварительно можно использовать рекомендации [2], которые сделаны относительно полигональных водосливов в зависимости от величины отношения ширины гребня порога C_n к напору над гребнем порога $H_{н.н}$; $\sigma_{кос}$ – поправочный коэффициент на косое размещение водослива определялся по рекомендациям В.С. Истоминой и Киселева в зависимости от угла размещения секций порога относительно динамической оси протока в подводящем русле θ .

Ширину в поперечном сечении ломаных в плане наносозащитных порогов C_n на сооружениях принимали в пределах от 0,3 до 45 см.

Анализ наносозащитных характеристик различных конструкций порогов позволил сделать вывод, что наиболее рациональными являются ломаные в плане пороги. Коэффициенты водозабора этих порогов определяли по формуле:

$$m_{ит} = 0,31 + 0,0601 \left(\frac{H_{ит}}{N_n} - 0,867 \right). \quad (3)$$

Учитывая эту зависимость и приведенные выше обоснования, а также гидрологические характеристики горных рек Кыргызстана, авторами бы-

ла разработана методика для определения напоров воды над гребнем порога с учетом уклонов гребня порога и ширины гребня, а также величины расхода воды, подаваемой в отводящий канал (таблица 1).

Расчетная схема для определения напора над гребнем наносозащитного порога и расчетной глубины воды в верхнем бьефе приведена на рисунке 1.

Теоретические преобразования с учетом схемы ломаного в плане наносозащитного порога (см. рисунок 1) позволили определить вид зависимости для расчета необходимой глубины воды в верхнем бьефе низконапорного плотинного водозаборного сооружения:

$$H_\delta = 5,7 H_{i.f}. \quad (4)$$

Таблица 1 – Зависимости для определения напоров воды на средней части порога

Ширина порога C_n , м	Уклон гребня порога i_n	Расчетная формула
0,3	0,06	$H_{i.f} = 0,217Q^{0,3687}$
0,3	0,07	$H_{i.f} = 0,231Q^{0,367}$
0,3	0,08	$H_{i.f} = 0,242Q^{0,368}$
0,4	0,06	$H_{i.f} = 0,221Q^{0,364}$
0,4	0,07	$H_{i.f} = 0,234Q^{0,364}$
0,4	0,08	$H_{i.f} = 0,246Q^{0,374}$

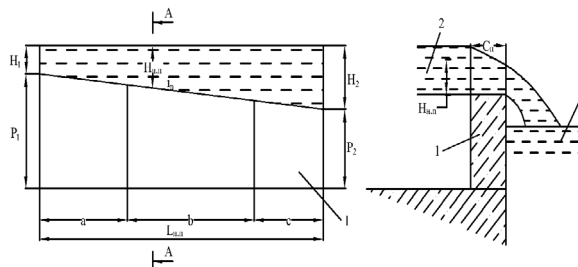


Рисунок 1 – Расчётная схема для определения напора над гребнем ломаного в плане наносозащитного порога: 1 – внешняя поверхность порога; 2 – верхний бьеф водозаборного сооружения; 3 – водоприёмная камера; L_n – длина порога; P_1 – высота порога в начале; H_1 – напор над гребнем порога в начальной части; $H_{н.н}$ – напор над гребнем порога в средней части; H_2 – напор над гребнем порога в конце; i_n – уклон гребня порога; P_2 – высота порога в концевой части; C_n – ширина порога по перпендикуляру

При обосновании значений максимальной глубины в верхнем бьефе сооружения $H_{p,max}$, которая согласно известным рекомендациям по проектированию водозаборных сооружений на горных реках зависит от расходов минимальной расчетной

обеспеченности $Q_{p\%}$ [2], эта глубина определяет габариты водосбросных устройств.

Результаты анализа направленности донных и поверхностных струй водного потока при боковом водоотборе из речного русла, позволили сделать вывод, что величина расходов воды, проходящих через речной пролет и промывной тракт сооружения, должна превышать 50 % величины паводковых расходов. Это заведомо обеспечит транспорт придонных токов воды и влекомых наносов из верхнего бьефа в нижний через водосбросные элементы подпорного створа. Как правило, на низконапорных водозаборных сооружениях в качестве водосбросов используются речные пролеты, перекрываемые крупногабаритными затворами. Как показал анализ конструкций водозаборных сооружений Кыргызстана [2], ширина затворов составляет от 3 до 4 м, а строительная высота – от 1,5 м до 7 м.

Авторами предложено уравнение для определения максимального значения глубина воды в верхнем бьефе водозаборных сооружений. Это уравнение базируется на преобразованной формуле водослива с широким порогом:

$$H_{p,\max} = 3 \sqrt{\frac{Q_{p\%}^2}{m_{э.п.с.м}^2 \varepsilon B_{э.п.с.м}^2 2g}} k^2, \quad (5)$$

где k – коэффициент, определяющий долю расходов, сбрасываемых через речной пролет и промывной тракт сооружения от величины паводковых расходов.

При проектном определении параметров водозаборного сооружения коэффициент k рекомендуется принимать равным 0,55 (по возможности эту величину необходимо увеличивать для улучшения наносозащитных характеристик); ε – коэффициент бокового сжатия определяется по формуле [2]:

$$\varepsilon = 1 - r \frac{H_{p,\max}}{B_{э.п.с.м} + H_{p,\max}} \quad (6)$$

(значение коэффициента сжатия зависит от искомой величины $H_{p,\max}$, и принималось равным наименьшему значению при криволинейно заостренных разделительных быках $\varepsilon = 0,94$);

$Q_{p\%}$ – руслоформирующий расход водного потока в подводящем русле рассматриваемой реки (по существующим рекомендациям этот расход принимается равным $Q_{5\%}$);

$m_{э.п.с.м}$ – коэффициент расхода промывного тракта и речного пролета при полностью поднятых полотнищах затворов. Принималось максимально допустимое значение коэффициента расхода водосливов с широким порогом 0,385 [3];

$B_{э.п.с.м}$ – суммарная ширина промывного тракта и речного пролета модели водозаборного сооружения.

Для подтверждения этих рекомендаций и зависимостей авторами были проведены исследования на физической модели в лаборатории «Гидротехнические сооружения» КРСУ. Исследования проводили в масштабе М 1:20 (рисунок 2).

Расчетные величины глубин в верхнем бьефе сооружений участвуют в расчетах следующих водосбросных устройств: основного водосброса, промывного тракта, автоводосливов верхнего бьефа и водоприемной камеры. Также эти глубины влияют на пропускную и наносозащитную способность водоприемных элементов.

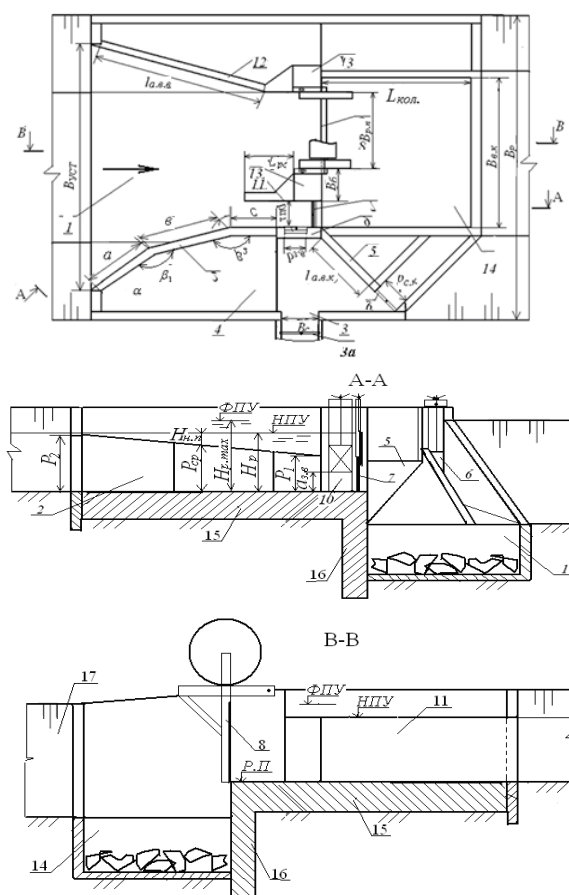


Рисунок 2 – Схема физической модели водозаборного сооружения: 1 – верхний бьеф; 2 – наносозащитный порог; 3 – водоприемник; 3а – регулятор расхода отводящего канала; 4 – водоприемная камера; 5 – автоводослив; 6 – сбросное отверстие; 7 – сдвоенный затвор промывника; 8 – затвор речного пролета; 9 – разделительная стенка; 10 – затвор зимнего водозабора; 11 – промывной тракт; 12 – автоводослив; 13 – быки; 14 – водобойный колодец; 15 – понур; 16 – зуб флютбета; 17 – отводящее русло

Правильное определение рассчитанных глубин водного потока в верхнем бьефе водозаборного сооружения обеспечит надежное проведение технологических операций в створе гидроузла. Это гарантирует бесперебойную подачу воды в водохозяйственные системы и повысит эффективность работы водопользователей и водопотребителей.

Литература

1. *Логинов Г.И.* Гидравлические процессы при водозаборе из горных рек / Г.И. Логинов. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2014. 196 с.
2. *Логинов Г.И.* Результаты модельных исследований сопрягающих участков водозаборных гидроузлов из горных рек / Г.И. Логинов // Вестник КРСУ. 2012. Том 12. № 6. С. 36–40.
3. Справочник по гидравлическим расчетам / под ред. П.Г. Киселева. М.: Энергия, 1974. 309 с.