

УДК 827.83(575.2) (04)

КРАТКИЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ВОДОСБРОСНЫХ СООРУЖЕНИЙ ВОДОСЛИВНЫХ ПЛОТИН

А.П. Ерофеев – аспирант

The analysis the most widespread constructions of structures for a dumping of water of waterfall dams are carried out.

Выбор и обоснование конструкции водосбросного сооружения любой водосливной плотины предполагает предварительное проведение обзора и анализа существующих конструкций водосбросов. Особенно это относится к таким крупным гидроузлам, как Курпсайская ГЭС, водосбросные сооружения которой на сегодняшний день не отвечают предъявляемым к ним требованиям.

Вид, состав и компоновка водосбросных сооружений в гидроузле зависит, прежде всего, от расчетного расхода, перепада уровней бьефов, назначения и типа гидроузла, топографических и геологических условий створа и эксплуатационных требований.

Пропускная способность водосбросных сооружений назначается с учетом того, что для пропуска паводка должны работать все водопропускные сооружения, в том числе, турбины ГЭС, поверхностные и глубинные водосбросы и пр. Водосбросные сооружения обычно разделяются по *гидравлическим* признакам – на безнапорные и напорные (наличие или отсутствие по длине водовода свободной поверхности), *конструктивным* – на открытые и закрытые (замкнутого поперечного сечения), *компоновочным* – на плотинные и береговые (расположенные вне тела плотины).

Плотинные водосбросы бывают поверхностными (водосливы) и глубинными. В большинстве случаев водосбросы высоконапорных бетонных плотин выполняются в виде водосливов. Их достоинство заключается в том, что

тело плотины не ослабляется отверстиями, затворы отсутствуют или находятся в легких условиях работы, возможен сброс из водохранилища плавающих тел.

Глубинные водосбросы (а также водовыпуски и водоспуски) в теле бетонных плотин представляют собой водоводы замкнутого круглого, прямоугольного или составного сечения. Поток в глубинных водосбросах напорный по всей длине или на некоторой части со стороны верхнего бьефа. Глубинные водосбросы применяются в тех случаях, когда необходима глубокая сработка водохранилища (например, для опорожнения водохранилища), а также для пропуска строительных расходов в процессе наполнения водохранилища при возведении плотины.

Береговые водосбросы чаще применяются на гидроузлах с плотинами из грунтовых материалов, но встречаются и на гидроузлах с бетонными плотинами в узких створах.

Поверхностные водосбросы в составе высоких бетонных плотин обычно выполняют в виде водосливов безвакуумного профиля со сливной гранью, которая заканчивается носком-трамплином, обеспечивающим отброс струи. В плане гребень водослива может быть прямолинейным, ломаным (водосливы арочных и арочно-гравитационных плотин с затворами) или криволинейным (многоарочные и арочные плотины без затворов).

Рассмотрим некоторые типовые примеры конструкций водосливных плотин (рис. 1) [1].

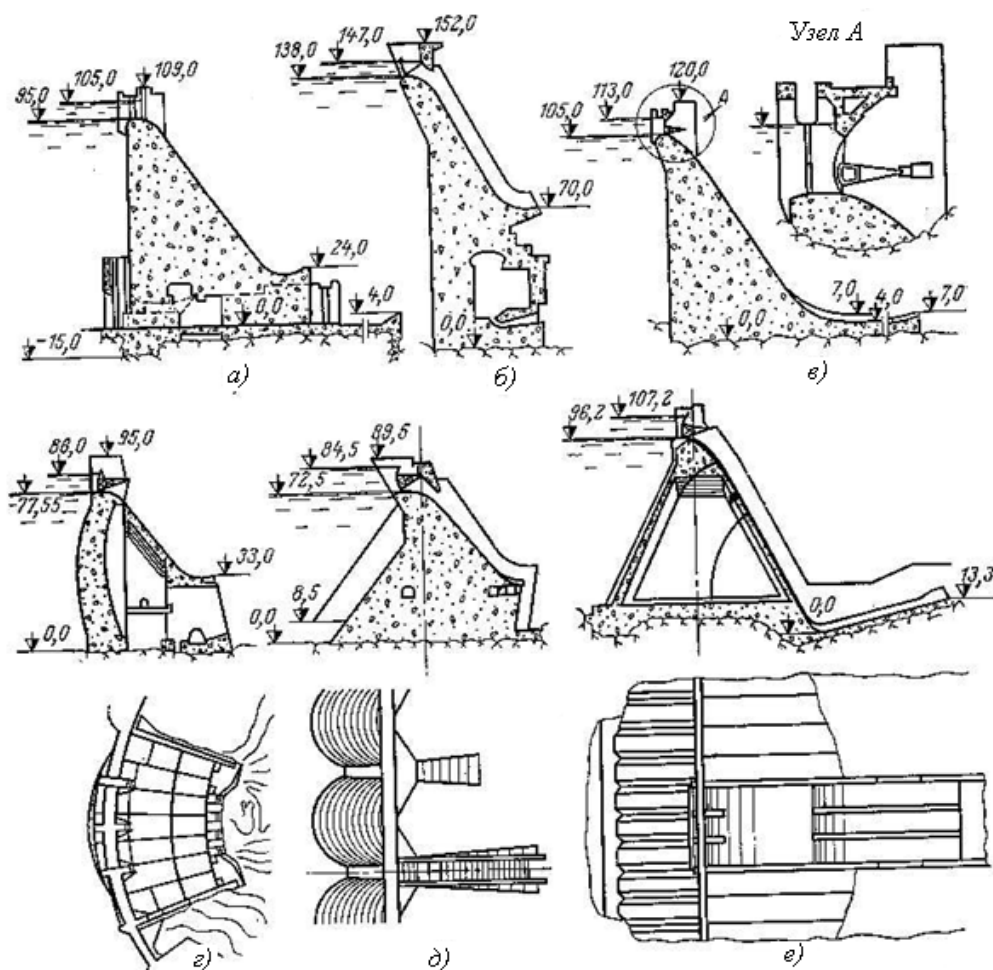


Рис.1. Профили водосливных плотин.

Водослив плотины Красноярского гидроузла (рис. 1, а) имеет безвакуумный оголовок. Поток плавно сопрягается с прямолинейной сливной гранью, переходящей в носок-трамплин, отбрасывающий струю на 100 м. Плотина имеет семь водосливных отверстий размером $25,0 \times 10,0$ м. При форсированном уровне верхнего бьефа напор увеличивается до 11,0 м, удельный расход (на 1 м ширины) достигает на гребне водослива $70 \text{ м}^3/\text{с}$, на сливной кромке носка – $65 \text{ м}^3/\text{с}$.

На гребне водослива арочно-гравитационной плотины Сан-Эстебан (Испания) (рис. 1, в) в отверстиях пролетом по 15,0 м установлены шесть сегментных затворов высотой 6,2 м. В плане водослив сужается и в начале водобойного колодца его ширина равна 55 м.

Удельный расход в водобойном колодце – $82 \text{ м}^3/\text{с}$. Водослив этой плотины при полном открытии затвора работает как обычный, при частичном открытии – отверстие становится напорным. Такое решение позволяет уменьшить размеры затворов.

На гидроузле Пикотэ (рис.1, г) в Португалии плита водосливной грани опирается на специальные опоры с низовой стороны плотины. Водослив имеет четыре отверстия $20,0 \times 8,6$ м; при форсированном уровне напор на гребне достигает 15,0 м, удельный расход на гребне водослива – $130 \text{ м}^3/\text{с}$, на сходе с носка-трамплина – $173 \text{ м}^3/\text{с}$.

У высоких многоарочных плотин водосливы совмещаются с массивными контрфорсами, как это выполнено, например, на плоти-

не Гранваль (Франция) (рис. 1, *д*). Размеры отверстий – $10,0 \times 13,0$ м. А на плотине Икава (Япония) (рис. 1, *е*), имеющей три отверстия $11,0 \times 11,0$ м, плита низовой грани лежит на трех контрфорсах. Ширина оголовка контрфорса – 14,0 м.

Однако рассмотренные глубинные водосбросы применяются для обеспечения сработки водохранилища и редко используются для сброса паводка.

Для сброса паводковых расходов наряду с поверхностными применяются сифонные водосбросы. Они относятся к напорным водосбросам. Например, сифонный водосброс арочной плотины Окер (Германия) высотой 73 м представляет собой восемь труб высотой в поперечном сечении по 0,9 м с сужением по высоте до 0,5 м на выходе (рис. 2, *а*).

Площадь выходного отверстия в два раза меньше площади горлового сечения, что обеспечивает напорное движение по всему водоводу при общем напоре на сифон 22 м. Все сифоны пропускают расход воды $152 \text{ м}^3/\text{с}$.

Сифонный водосброс плотины Ретхерихсбоден (рис. 2, *б*) включает четыре трубы высотой в поперечном сечении по 1,2 м, из которых две имеют ширину по 3,5 м, две – по 1,75 м. Напор сифона – 12,0 м. Водосброс пропускает расход воды $110,0 \text{ м}^3/\text{с}$. Сифонный водосброс арочной плотины Монфорте (Португалия) высотой 110 м работает под напором 13 м (рис. 2, *в*). Высота сечения сифона на гребне – 0,9 м. Его низовая часть имеет обратный ук-

лон, что обеспечивает зарядку сифона без устройства носка, отбрасывающего воду. На рис. 2, *г* показан сифон плотины Лубреох (Шотландия). Батарея из четырех сифонов пропускает расход воды $68 \text{ м}^3/\text{с}$.

Береговые водосбросы устраивают на глухих плотинах. Поэтому они не являются предметом нашего рассмотрения. К береговым водосбросам относятся также и шахтные водосбросы. Шахтные водосбросы обычно применяются в тех случаях, когда возможно шахту ввести в строительный туннель. Это характерно для береговых водосбросов.

Находящаяся в Кыргызской Республике на р. Нарын Курпсайская [3] плотина является типичной конструкцией водосливной плотины, которая кроме того имеет глухую бетонную часть с расположенным в ее нижнем бьефе зданием ГЭС. Ее высота составляет 113 м. Гидроузел имеет в своем составе поверхностное водосбросное сооружение и глубинное водосбросное сооружение, предназначенные для сброса излишков воды в нижний бьеф сооружения (рис. 3).

Водоприемник поверхностного водосброса имеет один пролет шириной 16 м с постепенным сужением в плане к отводящему туннелю до 10 м. Проектный расход водосброса при отметке НПУ=724,0 м $Q=1500 \text{ м}^3/\text{с}$ и ФПУ=725,0 м $Q=1680 \text{ м}^3/\text{с}$. Однако фактически пропускаемый расход воды через поверхностный водосброс Курпсайской ГЭС (ПВ КГЭС) не превышает $600 \text{ м}^3/\text{с}$.

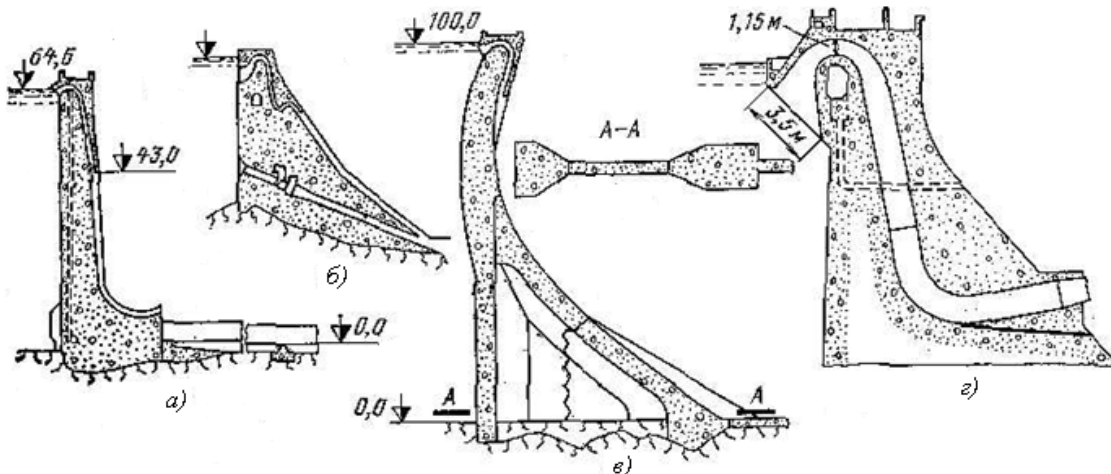


Рис. 2. Бетонные плотины с сифонными водосбросами.

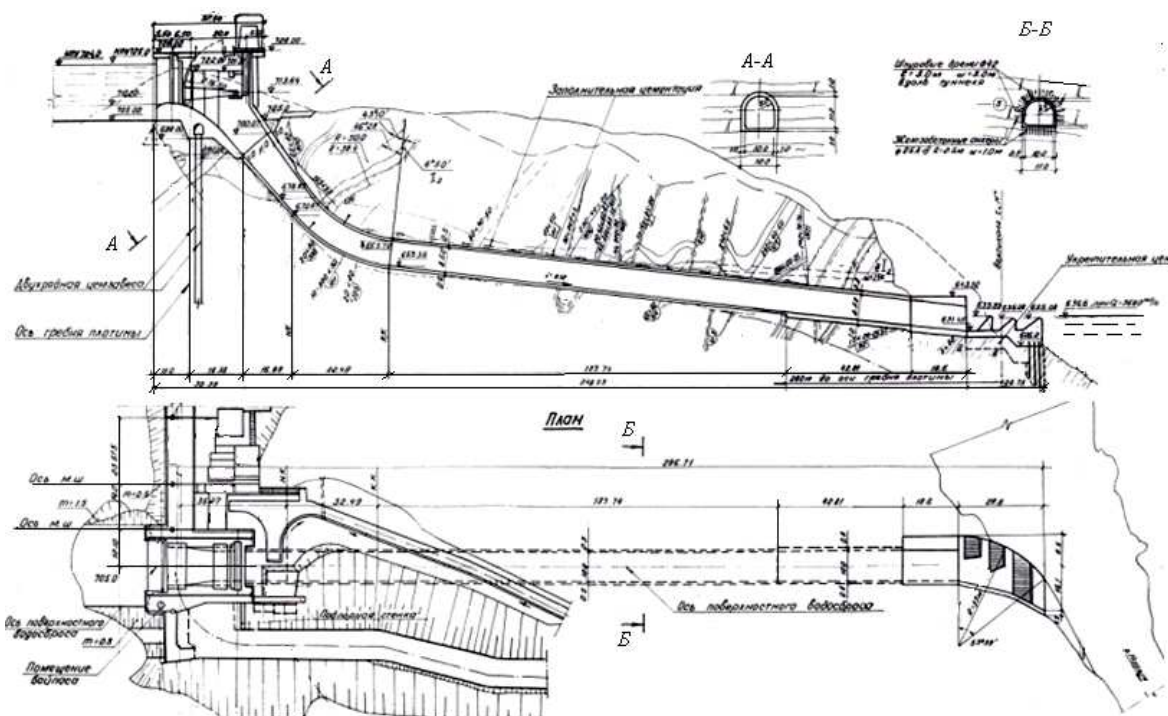


Рис. 3. Поверхностный водосброс Курпсайской ГЭС.

Это связано с тем, что длина распространения отброшенной струи и водяной пыли превышает проектные характеристики и приводит к водонасыщению левого склона р. Нарын, способствуя образованию оползневых явлений в нижнем бьефе сооружения.

Очевидна потребность в реконструкции ПВ КГЭС для восстановления его проектных характеристик, так как продолжительная эксплуатация существующего водосброса даже при расходах 500–600 м³/с грозит подмывом опоры ЛЭП–220 и силового кабеля, расположенных на левом склоне поймы р. Нарын в нижнем бьефе Курпсайской ГЭС.

Рассмотренные конструкции водосбросных сооружений водосливных плотин позволяют сделать вывод: поскольку входной оголовок ПВ КГЭС, выполненный по форме падающей струи, и транзитный водосливной тракт мало чем отличаются от большинства водосбросов этого типа, то концевая часть водосбросного сооружения должна быть более тщательной проработки и проведения детальных исследований. Кроме того, именно концевая часть водосброса с недостаточно обосно-

ванной конструкцией носков-трамплинов способствует аварийному распространению выходного потока.

Следует отметить необходимость проведения детальных исследований концевой части ПВС КГЭС для усовершенствования ее конструкции, которая позволила бы устранить нежелательные эффекты при работе водосбросного сооружения и обеспечила бы пропуск проектного расхода по водосбросу и в нижнем бьефе ПВС.

Литература

1. Гидравлические расчеты водосбросных гидротехнических сооружений: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 624 с.
2. Отчет о НИР по теме ХС-06-04 "Оценка состояния и разработка программы исследований водосбросных сооружений Токтогульской и Курпсайской ГЭС" (итоговый). Книга 1, 3. – Бишкек: КРСУ, 2004. – 47 с.
3. Слисский С.М. Гидравлические расчеты высоконапорных гидротехнических сооружений. – М.: Энергия, 1979. – 336 с.