

УДК 627.83 + 621.221 (575.2) (04)

**ИССЛЕДОВАНИЯ МЕСТНЫХ РАЗМЫВОВ НИЖНЕГО БЬЕФА  
ПЛОТИНЫ КУРПСАЙСКОЙ ГЭС СУЩЕСТВУЮЩЕЙ  
И УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДОСБРОСА**

***Н.П. Лавров, Н.И. Иванова, В.А. Трофименцева***

Приводятся результаты модельных исследований местных размывов естественного грунта в нижнем бьефе плотины Курпсайской ГЭС существующей и усовершенствованной конструкции поверхностного водосброса, а также сравнительный анализ данных, полученных при моделировании работы ПВС КГЭС существующей и усовершенствованной конструкций.

*Ключевые слова:* водосброс; расход; размыв; нижний бьеф; плотина.

Изменение водно-энергетического баланса на каскаде Нарынских ГЭС в 2002–2004 гг., связанное с природно-климатическими и, в большей мере, с изменением энергопотребления и режима эксплуатации Токтогульского каскада, вызвали интенсивное аккумулятивное стока в Токтогульском и Курпсайском водохранилищах. В эти два года впервые за весь период эксплуатации наблюдалось наполнение этих водохранилищ и производился сброс излишков воды через поверхностный водосброс (ПВС) Токтогульской плотины, а также через поверхностный и глубинный водосбросы Курпсайской плотины [1].

В процессе эксплуатации ПВС Курпсайской ГЭС летом 2003 г. было обнаружено нарушение проектных характеристик этого сооружения. Пропускаемые расходы воды не соответствовали расчетным, определяемым по тарифовочной шкале, построенной проектировщиками. Длина распространения выходного потока и водяной пыли превышали проектные характеристики, что привело к водонасыщению левого склона реки Нарын и угрозе образования оползня в нижнем бьефе сооружения. Помимо этого, вода, отбрасываемая с трамплинов концевой конструкции поверхностного водосброса, заливала кабельный лоток, распространяясь в сторону открытого распределительного устройства и создавая неблагоприятные условия работы ЛЭП [1].

Сложившаяся ситуация потребовала проведения тщательного научно-обоснованного обследования поверхностного водосброса Курп-

сайской ГЭС (КГЭС) с целью последующей реконструкции концевой части ПВС КГЭС.

Проведенные натурные и модельные исследования существующей конструкции ПВС позволили разработать новую усовершенствованную его конструкцию (рис. 1, 2), позволяющую уменьшить негативные явления, возникающие при работе ПВС.

Усовершенствованная конструкция концевой части ПВС КГЭС с боковой стенкой-ограничителем, позволила не только повернуть траекторию струи на  $10^0$  вправо от оси водосброса, но и заметно уменьшить ареал ее распространения в плане, что позволяет устранить обводнение левого склона р. Нарын и предупредить образование оползневых явлений в нижнем бьефе КГЭС [2].

Наблюдаемое в процессе модельных исследований переформирование потока, а за счет этого и увеличение удельного расхода, позволило сделать предположение о возможном увеличении глубины размывов в нижнем бьефе КГЭС. Этим была вызвана необходимость проведения модельных исследований местных размывов естественного грунта в нижнем бьефе Курпсайской плотины при работе существующей и усовершенствованной конструкций ПВС [2].

Опыты для существующей и модернизированной конструкций концевой части поверхностного водосброса проводились на размываемой модели поймы р. Нарын из грунтов, фракционный состав которых был рассчитан [3] по фактическим диаметрам фракций в русле и пойме.



Рис. 1. Модель концевой части ПВС с высокой боковой стенкой – ограничителем.

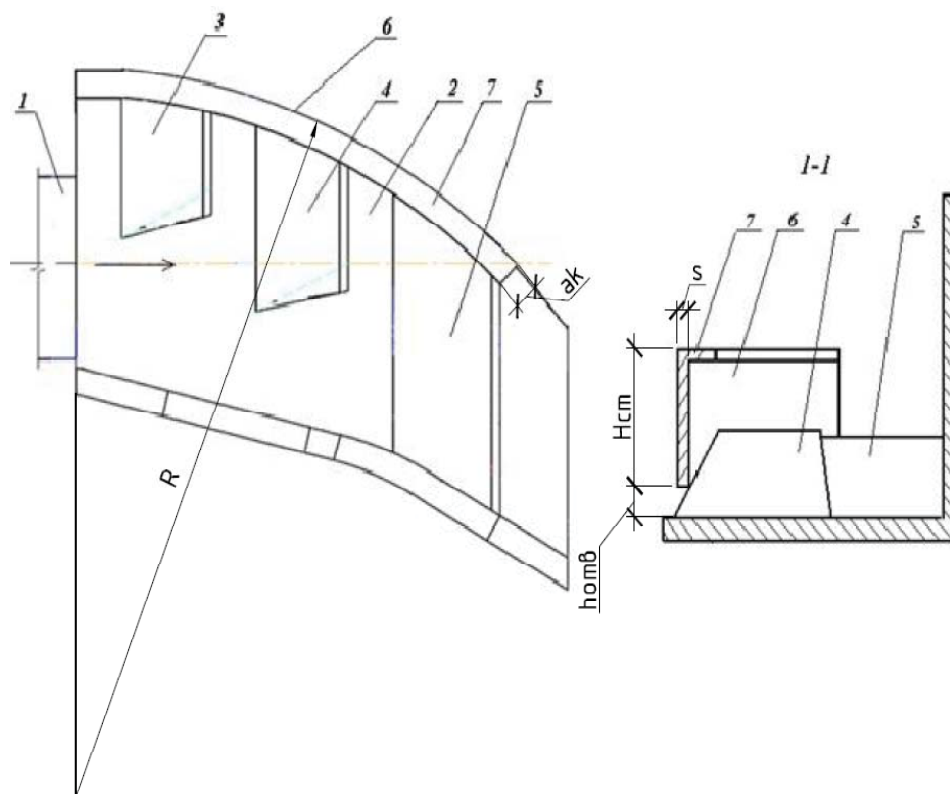


Рис. 2. Схема усовершенствованной конструкции концевой участка ПВС с боковой стенкой – ограничителем: 1 – подводящий участок; 2 – донная плита; 3, 4, 5 – трамплины; 6 – боковая стенка – ограничитель; 7 – горизонтальный козырёк по гребню ограничительной стенки;  $R$  – радиус очергания криволинейной стенки;  $h_{омб}$  – высота отверстия в боковой стенке для самоосушения;  $H_{см}$  – высота боковой стенки;  $S$  – толщина боковой стенки;  $a_k$  – ширина криволинейного козырька.

Экспериментальные модельные значения глубины размыва  
в НБ существующей и усовершенствованной конструкций ПВС КГЭС

|                                                                                                                |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Расход воды, пропускаемый через ПВС, $Q$ , л/с<br>(на модели)                                                  | 10,3  | 12,3  | 14,4  | 16,4  | 20,5  | 30,8  |
| Расход воды, пропускаемый через ПВС<br>приведенный к натурным условиям, $Q$ , м <sup>3</sup> /с                | 500   | 600   | 700   | 800   | 1000  | 1500  |
| Максимальная глубина размыва, $H$ , м<br>(на модели)                                                           | 0,020 | 0,023 | 0,025 | 0,028 | 0,036 | 0,064 |
| Максимальная глубина размыва, приведенная<br>к натурным условиям, $H$ , м (существующая<br>конструкция)        | 1,5   | 1,7   | 1,9   | 2,1   | 2,7   | 4,8   |
| Максимальная глубина размыва, приведенная<br>к натурным условиям, $H$ , м (усовершенствованная<br>конструкция) | 2,25  | 2,6   | 2,95  | 3,3   | 4     | 6,75  |

Отсыпка фракций грунта проводилась с учетом составленных по результатам натурной съемки продольных и поперечных профилей в соответствующих створах [3].

Время проведения каждого опыта, т.е. время размыва нижнего бьефа при каждом расходе, составляло от 50 минут до 3 часов до момента стабилизации размыва (см. таблицу).

Анализируя данные таблицы следует отметить, что интенсивные размывы естественного грунта в нижнем бьефе наблюдались при максимальном расходе модели (в натуральных условиях  $Q_n=1500$  м<sup>3</sup>/с) по оси потока, при этом глубина размыва составила 4,8 м для существующей конструкции и 6,75 м для конструкции с боковой стенкой-ограничителем, принимая за плоскость сравнения поверхность русла реки до начала работы ПВС.

В то же время при работе ПВС существующей конструкции происходил смыв грунта с левого склона реки в её русло по отдельным створам. Особенно интенсивно этот процесс наблюдался в створах II и III, располагающихся вблизи динамической оси струи, достигая подъездной асфальтированной дороги к зданию ГЭС [3]. Также происходили и намывы грунта, которые перемещались в русло реки по направлению указанных створов.

Однако при работе модернизированной конструкции отсутствуют явления смыва грунта с левого склона р. Нарын во II и III створах за счет переформирования потока, что улучшает рабочие показатели конструкции, так как прекращается подмыв 3 опоры ЛЭП-220, а также подъездной дороги к зданию ГЭС.

При этом наблюдалось незначительное отложение грунта в русле р. Нарын по границе

замоделированного левого берега в районе полуразрушенного моста. При этом высота бара даже при максимальном расходе водосброса ( $Q = 1500$  м<sup>3</sup>/с) не превышала 1,5 м в натуре. Следует отметить, что указанное отложение грунта не создаст значительного подпора воды в нижнем бьефе Курпсайской плотины и не будет оказывать негативного влияния на работу турбинных водоводов ГЭС.

В результате проведенных модельных исследований местных размывов существующей и усовершенствованной конструкций конечного участка ПВС КГЭС установлено, что:

☞ При использовании новой усовершенствованной конструкции концевой части поверхностного водосброса Курпсайской ГЭС за счет переформирования струи величина размыва в нижнем бьефе увеличивается незначительно: в новой конструкции глубина воронки размыва увеличивается не более, чем на 2 м для максимальных расходов и на 1,2 м при средних расходах. Большая глубина воронки размыва объясняется увеличением удельной кинетической энергии потока за счет некоторого повышения погонного расхода воды.

☞ При работе усовершенствованной конструкции не наблюдалось смыва грунта с левого берега р. Нарын, а наоборот происходил незначительный намыв грунта высотой бара не более 1,5 м по краю левого берега реки и в направлении оси ПВС. При этом основная часть вымытого грунта переносилась водой по руслу реки, достигая полуразрушенного моста, что не ухудшало эксплуатационных условий работы водосброса.

Проведенный сравнительный анализ модельных исследований размывов в нижнем бьефе

*Н.П. Лавров, Н.И. Иванова, В.А. Трофименцева. Исследования местных размывов...*

---

ПВС КГЭС существующей и усовершенствованной конструкций его концевой участка подтвердил целесообразность внедрения предлагаемой конструкции с боковой стенкой-ограничителем.

### *Литература*

1. Отчет о НИР по теме ХС-06-04 “Оценка состояния и разработка программы исследований водосбросных сооружений Токтогульской и Курпсайской ГЭС” (итоговый). Кн. 3. – Бишкек: КРСУ, 2004. – 47 с.
2. Лавров Н.П., Иванова Н.И., Трофименцева В.А. Экспериментальные модельные гидравлические испытания концевой участка поверхностного водосброса Курпсайской ГЭС // Природоустройство. – М.: Роспечать, 2008. – №4. – С. 65–69.
3. Гидротехнические сооружения для малой энергетики горно-предгорной зоны / Под ред. Н.П. Лаврова. – Бишкек: ИД “Салам”, 2009. – 504 с.