

УДК 626.01

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЛУБИННОГО ВОДОСБРОСА ПРИ ПРОПУСКЕ НАВОДКА

Зайцев Антон Иванович, ассистент кафедры ГТС, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. E-mail: too_abh@mail.ru

Зимнюков Владимир Анатольевич, доцент кафедры ГТС, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. E-mail: too_abh@mail.ru

Зборовская Марина Ильинична, доцент кафедры ГТС, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. E-mail: too_abh@mail.ru

***Аннотация:** Проведён анализ работы высоконапорного глубинного водосброса с сегментным затвором при пропуске максимального расчётного расхода. Выявляются причины возникновения кавитации в отводящем водосбросном тракте с определением скоростного режима и изучением пьезометрических напоров в расчётных створах.*

***Ключевые слова:** Курсайский гидроузел, глубинный водосброс, кавитация, модельные исследования, скорость потока.*

Одной из наиболее распространённых причин аварий с переливом воды через гребень подпорного сооружения является ошибка в определении расхода водотока (водной системы). Она, чаще всего, связана с недостаточно продолжительным периодом наблюдения за гидрологическими характеристиками. За время строительства и эксплуатации ГТС происходит уточнение данных и возможно увеличение расчётного расхода водосбросных сооружений. Подобные случаи зафиксированы на таких крупных гидроузлах, как Саяно-Шушенская, Богучанская, Виллойская и др. ГЭС.

Как правило, основной объём пропускаемого расхода приходится на поверхностные водосбросы (ЛВС) в сравнении с глубинными водосбросами (ГВС), которые включаются в работу на непродолжительное время и имеют

меньшую (иногда значительно) пропускную способность. Однако при пропуске расходов через ГВС происходит, помимо срезания пика паводка, ещё и снижение концентрации взвешенных частиц в водохранилище, что приводит к уменьшению отложения донных наносов. Это особенно актуально для горных водных систем в связи со значительным количеством наносов содержащихся в воде.

Однако продолжительная работа ГВС не так эффективна и экономична, по сравнению с работой ПВС, из-за повышенных затрат на послепаводковый ремонт, вызванный истиранием смоченных конструкций вследствие абразивного износа и кавитационной эрозии.

В качестве примера рассмотрим гидроузел Курпсайской ГЭС (КГЭС), расположенный на реке Нарын в Таласской области Кыргызской Республики. В верхнем бьефе КГЭС расположена Токтогульская ГЭС, являющейся первой ступенью в каскаде Нижненарынских ГЭС. Водопропускная часть КГЭС состоит из глубинного водосброса, поверхностного водосброса и турбин ГЭС.

Глубинный водосброс КГЭС предназначен для пропуска паводков из водохранилища в нижний бьеф при проектном расчетном расходе $Q_N=1037 \text{ м}^3/\text{с}$. Расположен в правобережной части плотины. Его конструкция представляет собой: входной оголовок с отметкой порога 645,0 м, напорная часть до затворной камеры размером 5x7 м, затворная камера с сегментным затвором и безнапорная отводящая часть с бетонным трамплином-виражем. Подводящий канал, и затворная камера облицованы сталью, толщиной 15 мм.

По итогам обследования ГВС установлено: из-за неровностей и выступов бетонной поверхности водосброса возможно появление локальных кавитационных зон, но неоднократное образование на протяжении многих лет крупных (до 1,5 м в глубину) кавитационных каверн в одних и тех же местах свидетельствует о том, что причина появления кавитационной эрозии носит систематический характер и связана не столько с дефектами бетонной поверхности, сколько с гидравлическим режимом работы водосброса. В связи с этим, представляет интерес образование кавитации как при пропуске проектного расчётного расхода $Q_N=1037 \text{ м}^3/\text{с}$, так и при меньших расходах, вплоть до $400 \text{ м}^3/\text{с}$ (максимальный расход при котором явление кавитации не фиксировалось) [1].

Для проведения исследований использовали модель глубинного водосброса в масштабе 1:50, изготовленную из оргстекла. Расход воды при НПУ для модели составит $Q_M=0,05866 \text{ м}^3/\text{с}$. В процессе исследования, определяли только гидравлические характеристики потока воды, непосредственно не касаясь вопросов кавитации и аэрации, но по анализу характеристик потока воды, можно сделать достоверные прогнозы о возможности возникновения кавитации.

В результате гидравлического моделирования установлено, что гидравлический режим работы отводящего канала является не оптимальным и вызывает появление кавитации в водосбросном тракте.

В качестве проектных мер по борьбе с кавитацией предусматривалось устройство аэраторов с подводом воздуха по трубам после затворной камеры. Однако за время эксплуатации они пришли в неработоспособное состояние.

Обеспечить безопасную эксплуатацию ГВС с отсутствием кавитации, возможно следующими способами:

- подвод воздуха через воздухопроводы для достаточного аэрирования потока, что гарантирует срыв вакуума в отводящей части ГВС;
- перепланировка стен и дна глубинного водосброса, с целью увеличения радиуса поворота виража, что увеличивает плавность соединений частей водосбросного тракта.

Для подвода воздуха необходим ремонт забитых воздухопроводов, с последующими пробными попусками расходов воды через ГВС (для определения необходимости увеличения количества воздухопроводов).

Работы по увеличению плавности можно провести как бетонной планировкой поверхности и последующей шлифовкой лицевой поверхности, так и с применением различных видов геомембран, позволяющих сохранить существующую геометрию туннеля со значительной экономией строительных материалов и времени.

Перспективным методом отделки лицевой поверхности является алмазная шлифовка (полировка). Преимуществом данного метода является возможность иметь сразу после работ без дополнительной обработки поверхность, размеры шероховатости которой не являются возбудителями кавитационной эрозии.

Библиографический список

1. Румянцев И.С., Зимнюков В.А., Зборовская МИ. Исследование водосбросных сооружений Курпсайской ГЭС: отчёт о научно-исследовательской работе — М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2012. —129 с.