

**ПРОГРАММА И МЕТОДИКА НАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ВОДОДЕЛИТЕЛЯ ДЛЯ КАНАЛОВ СО СВЕРХБУРНЫМ
РЕЖИМОМ ТЕЧЕНИЯ**

Докт.техн.наук Н.П.Лавров
Докт.техн.наук О.В.Атаманова
Канд.техн.наук К.К.Бейшекеев

Разрабатывается программа проведения натуральных исследований вододелителя для каналов со сверхбурным режимом течения на Алламудунском подпитывающем канале в составе водозаборного сооружения для резервного водоснабжения ТЭЦ г.Бишкек. Обосновывается методика проведения этих исследований.

В Кыргызстане имеется более двух десятков магистральных ирригационных каналов-быстротоков с бурным и сверхбурным (волновым) режимом течения. Кинетическая энергия потока в таких каналах может быть успешно использована в малой гидроэнергетике.

В рамках проекта МНТЦ «Гидротехнические сооружения для малой энергетики горно-предгорной зоны», разрабатываемого на кафедре гидротехнического строительства и водных ресурсов Кыргызско-Российского Славянского университета, предусматривается усовершенствование конструкций водозаборных сооружений для деривационных микро ГЭС, в частности вододелителей бурного и сверхбурного потока.

К числу современных конструкций вододелителей на быстротечных каналах относится Вододелитель ВКБТ для каналов с бурным течением (А.св. СССР № 1654447), модельные исследования которого проведены в Кыргызской аграрной академии и Кыргызско-Российском Славянском университете /1; 2/. Дальнейшей модификацией этой конструкции является Вододелитель ВКСРТ для каналов со сверхбурным режимом течения (Патент КР № 447, 2001, авторы Лавров Н.П., Жусупов М.К., Кулибаев У.Д., Рохман А.И.), который отличается от прототипа способом крепления решетки с треугольными вырезами. Вододелитель типа ВКСРТ построен в 2000-2001 г. в составе водозаборного сооружения для резервного водоснабжения ТЭЦ (ВСПВТ) г. Бишкек. Конструктивная схема этого сооружения приведена в статье Лаврова Н.П. и Исабекова Т.А./3/.

Общая схема водоподачи на БТЭЦ, существовавшая со времени ее строительства (с 1976 г.) включает водозаборное сооружение 1 из ЗБЧК в грунтовый подпитывающий канал 2 с отстойником 3 и насосной станцией 4 для подачи воды на БТЭЦ (рис.1).

Отвод воды из системы внутреннего водоснабжения БТЭЦ осуществляется в ЗБЧК по сбросному каналу 5 в грунтовом русле, кроме того предусмотрена возможность аварийного сброса воды через регулятор из грунтового участка 5 сбросного канала в короткий бетонированный участок 7 сбросного канала, и далее по бетонированному руслу Аламединского подпитывающего канала (АПК) 8 в ЗБЧК.

Общая схема водоподачи на ТЭЦ г.Бишкек

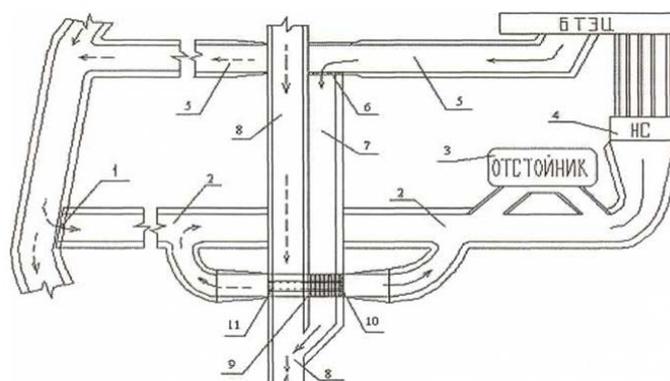


Рисунок 1

В 2001 г. было построено ВСРБТ 9, включающее вододельитель 10 для каналов с бурным режимом течения (ВКБРТ) /3/, устроенный для забора воды из сбросного канала 7 и вододельитель ВКСРТ 11 /4/. Внедрение ВСРБТ позволило переключить подпитку системы водоснабжения из нового источника – Аламединского подпитывающего канала-быстротока 8, который получает воду из руслового отстойника реки Аламедин и из водораспределительного узла ВБЧК, расположенного выше по течению АПК. Конструктивное исполнение ВКСРТ, включающего усовершенствованную входную часть и решетку, способствовало повышению пропускной способности сооружения и уменьшению волнообразования, что значительно улучшило работу ВКБРТ и системы внутреннего водоснабжения БТЭЦ в целом.

Для дальнейшего совершенствования конструкции ВКСРТ с целью использования водной энергии каналов-быстротоков на микро ГЭС, представляет интерес изучение гидравлических характеристик натурального объекта и сравнение этих данных с результатами модельных исследований ВКБТ.

Целью натурных исследований является уточнение гидравлических характеристик и установление режимов работы ВКСРТ, выработка рабочих гипотез о работе сооружения в условиях нестационарного волнового потока и обоснование новых усовершенствованных конструкций вододеливателей для сверхбурных потоков на быстротечных каналах, работающих все сезоны года.

Для реализации поставленной цели на стадии подготовки и проведения натурных исследований требуется решить следующие основные задачи:

- проанализировать материалы существующих проектных документов, расчетов и результатов ранее проведенных модельных исследований изучаемых водозаборных сооружений из каналов-быстротоков;
- обосновать состав и объем натурных наблюдений и исследований с учетом имеющейся измерительной аппаратуры и технических средств измерения;
- наметить этапы проведения гидравлических исследований;
- разработать общую и детальную методику проведения предстоящих исследований ВКСРТ в составе ВСПВТ г. Бишкек;
- провести натурные исследования и наблюдения гидравлических режимов ВКСРТ;
- выполнить обработку экспериментальных данных и их сравнение с результатами модельных исследований прототипа - ВКБТ;
- на основе анализа результатов лабораторных и натурных исследований аналогов наметить пути совершенствования конструкций водозаборных сооружений для каналов-быстротоков со сверхбурным течением.

Проведение намеченных основных задач осуществлялось в несколько этапов:

- I. Подготовительный этап, предполагающий проведение подготовительных работ, включающих анализ существующей информации, в частности модельных исследований ВКБТ, обоснование объема исследований, разработку методики проведения исследований и др.
- II. Основной этап, включающий непосредственное проведение натурных замеров и наблюдений в зоне влияния ВКСРТ, состоящий следующих подэтапов:
 - изучение гидравлических характеристик транзитного канала в верхнем бьефе сооружения;
 - исследование гидравлических характеристик отводящего канала в нижнем бьефе сооружения при различных величинах расходов в отвод;
 - исследование пропускной способности ВКСРТ при различных расходах воды в подводящем канале-быстротоке АПК и различных открытиях боковых затворов вододеливателя;
 - изучение процесса трансформации катящихся волн на сооружении при различных расходах воды и пропорциях водоотбора.
- III. Этап обработки результатов натурных исследований, включающих вычислительную обработку выполненных проведенных замеров и систематизацию наблюдений, получение расчетных зависимостей и обоснованных рекомендаций по модернизации.

ции конструкции водозаборных сооружений из каналов-быстротоков для деривационных микро ГЭС.

Методика проведения намеченных исследований и наблюдений состоит в следующем:

1. При изучении гидравлических характеристик АПК на подходе к сооружению необходимо было замерить колебания уровней воды в канале и получить характеристики катящихся волн в быстротоке. Замерить скорости потока перед сооружением при различных расходах воды в канале-быстротоке. Замеры наполнений в канале проводятся протарированной гидрометрической штангой в отдельных сечениях канала методом многократных измерений, предложенным Р.Броком /5/. Скорости воды в АПК определяются методом поплавков и для контроля в отдельных случаях замеряются гидрометрической вертушкой.
2. При изучении истечения из водозаборного сооружения гидрометрической штангой замеряются наполнения и остаточные волновые колебания в отводящем канале, а гидрометрической вертушкой марки ГР-99 определяются скорости воды на мерных вертикалях в двух створах на выходе из сооружения.

Для замеров уровней и скоростей воды в поперечных сечениях отводящего канала натягивается в нескольких трос и выполняются замеры вдоль этих сечений. В связи с большой глубиной замеры скоростей и глубин воды в отводящем канале ВКСРТ необходимо выполнять с моста и плавучих средств (лодки).

1. Исследование пропускной способности ВКСРТ проводятся при различных величинах водоотбора из АПК в отводящий канал. Требуемая величина расхода водоотбора устанавливается различными открытиями боковых затворов в донных камерах ВКСРТ.
2. Обработка натурных данных состоит в следующем. Расчет расхода водоотвода выполняется известным в гидрометрии /6/ методом «площадь – скорость». По результатам опытных данных определяется величина относительного действующего напора m_v и коэффициент расхода ВКСРТ. Строится эпюра придонных и поверхностных скоростей по вертикалям и определяется степень неравномерности распределения местных скоростей и удельных расходов в нижнем бьефе вододелителя. Рассчитываются глубина в гребне и подошве исходной (в верхнем бьефе ВКСРТ) и трансформированной (в нижнем бьефе ВКСРТ в АПК и отводящем канале) катящейся волны. Определяется высота волны в каждом створе измерения и оценивается коэффициент трансформации волн неустойчивости. Проверяется применимость экспериментальных зависимостей, полученных ранее /1,2/ в ходе модельных исследований прототипа – ВКБТ к описанию гидравлических процессов на ВКСРТ.

Проведение детальных натурных исследований предполагается при изучении:

- пропускной способности вододелителя типа ВКСРТ;
- стабилизирующей способности ВКСРТ;
- равномерности распределения скоростей и удельных расходов воды на выходе их ВКСРТ в отводящий канал;
- процесса трансформации катящихся волн в зоне водозаборного сооружения на АПК;

- изменения поля скоростей на подходе к водозаборному сооружению на АПК и в отводящем к БТЭЦ канале;
- процесса волногашения на выходе из сооружения в отводящий канал при различных коэффициентах водоотбора.

Проведение гидравлических исследований волнообразования в зоне водозаборного сооружения на АПК намечено осуществлять в следующем порядке.

Расходы воды, пропускаемые по каналу-быстротоку АПК, в створе ВКСРТ, из условий ирригационного использования этого канала, лимитируемых эксплуатационной организацией УМРК, не превышают $8,0 \text{ м}^3/\text{с}$. Величина расходов воды на АПК принимается по данным диспетчерской службы УМПК с контролем методом «площадь – скорость» в нижнем бьефе водораспределительного узла на пересечении АПК с ВБЧК.

Открытия боковых затворов ВКСРТ для подачи воды в отводящий канал, ограничивались величиной 0,3 м исходя из ограничений при эксплуатации БТЭЦ.

Наполнения в створах АПК намечается замерять гидрометрической штангой со служебного мостика и берегов канала. Замеры проводились в двух поперечных створах (в верхнем и нижнем бьефах ВКСР) на АПК и в двух створах на отводящем канале в нижнем бьефе ВКСР.

Средние скорости на подходе к водозаборному сооружению замеряются способом поверхностных поплавков. Предварительно протарированной в Чуйском облводхозе гидрометрической вертушкой замеряются скорости в створе сооружения со служебного мостика.

Исследования процесса волногашения на выходе из ВКСРТ в отводящий канал выполняются при расходах отвода до $6 \text{ м}^3/\text{с}$, так как при больших расходах воды в данном створе АПК катящиеся волны не значительны по высоте ($< 0,1h_0$, где h_0 - нормальное наполнение в канале).

Замеры наполнений воды в отводящем канале выполняются гидрометрической штангой вдоль трех сечений по методу Р.Брока /5/. Метод заключается в том, что для определения максимальной глубины в гребне катящейся или трансформированной волны h_{\max} берется отсчет по гидрометрической штанге при касании дна канала. Затем заостренный конец штанги устанавливается таким образом, чтобы при прохождении не менее 20-ти волн неустойчивости лишь гребень одной волны касается конца штанги, а все остальные волны проходят ниже, не касаясь её. Разность отсчетов этого положения штанги и отсчета на дне дают величину h_{\max} . Аналогично определяется минимальная глубина в гребне катящихся и трансформированных волн h_{\min} . Только при этом гидрометрическая штанга устанавливается в сверхбурном или трансформированном потоке так, что при прохождении не менее 20-ти волн лишь одна подошва волн отрывается от конца штанги, а все остальные касаются его.

Учитывая предыдущий опыт натурных исследований на ВСПВТ /3/, замеры скоростей в отводящем канале планируется выполнять гидрометрической вертушкой как с моста, так и с лодки вдоль натянутого в мерном створе троса. Необходимость производства замеров на резиновой лодке связана с достаточно большой глубиной потока (до 2,2 м) в отводящем канале, подающем воду из АПК к Бишкекской ТЭЦ. Количество

точек измерения скоростей на мерных вертикалях в соответствии с нормативными рекомендациями /6/ изменяется от двух до пяти на одной вертикали.

Анализ влияния процента водоотбора на трансформацию катящихся волн в канале на сооружении планируется выполнить при пропуске не менее трех различных расходов по АПК и при трех различных открытиях боковых затворов на ВКСРТ.

Наполнения при этом замерялись при помощи штанги со смотрового мостика.

Все проведенные замеры заносятся в таблицы и на графики экспериментальных исследований ВКСРТ. При этом уточняются эмпирические зависимости для определения гидравлических зависимостей, необходимых для усовершенствования и эксплуатации ВКСРТ.

По результатам анализа натурных исследований ВКСРТ делаются выводы о соответствии этой конструкции вододелителя требованиям, предъявляемым к водозаборным сооружениям из быстротечных каналов, а также направления дальнейшего совершенствования этого класса сооружений с учетом их энергетического назначения.

Литература

1. Лавров Н.П., Аджыгулова Г.С., Олейникова С.А. Экспериментальные исследования пропускной способности вододелителя для каналов-быстротоков со сверхбурным режимом течения. - Сб.тр.международ.научно-теор. конференции, посвящ. 5-летию образов. КРСУ. -Бишкек, 2000. – С. 33 – 38.
2. Лавров Н.П., Аджыгулова Г.С., Олейникова С.А. Гидравлические исследования вододелителя для каналов со сверхбурным течением. - Матер. научн. конф, посв. 200 - летнему юбилею А.С.Пушкина. – Бишкек: КРСУ, 2000. -С.39-40
3. Лавров Н.П., Исабеков Т.А. Варианты водоподачи на ТЭЦ г.Бишкек с использованием водозаборного сооружения для резервного водоснабжения. - Бишкек: - Наука и новые технологии, № 3, 2004. – С.71-74.
4. Патент № 447 (KG) Вододелитель для каналов со сверхбурным течением / Лавров Н.П., Жусупов М.К., Рохман А.И., Кулибаев У.Д. – Оpubл. в Б.И. 2001. - №2.
5. Brock R. Development of roll wave trains in open channels. – Journal of the hydraulics division. Proc. ASGE, № 4, 1969. – P.p. 1401-1425
6. Железняков Г.В., Неговская Т.А., Овчаров Е.Е. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока.- М.: Колос, 1984. -205 с.