

УДК 626.26:621.311.212

УСТРОЙСТВО СОПРЯГАЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С ОТВОДЯЩИМИ РУСЛАМИ РЕК

Т.К. Саламбеков, Б.Б. Курумшиев, Таалайбек у. А., У.К. Нурудинов

Определены гидравлические характеристики водных потоков, которые наблюдаются на участках отводящих каналов деривационных ГЭС. Рекомендована зависимость для определения разности уровней воды в пределах сопрягающих участков водобойных колодцев ГЭС, отводящих каналов и отводящих речных русел. Обоснована необходимость проведения дополнительных лабораторных изысканий для исследования взаимовлияния сопрягаемых потоков воды в зависимости от изменяющихся внешних условий.

Ключевые слова: отводящие каналы; отводящие речные русла; водобойные колодцы; скорости водного потока; глубина водного потока; ширина водного потока; расчетная разность уровней воды.

ДАРЬЯЛАРДЫН НУГУН БУРУУЧУ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯЛАРДЫН КУРУЛУШТАРЫН БИРИКТИРҮҮЧҮ КОНСТРУКЦИЯ

Т.К. Саламбеков, Б.Б. Курумшиев, Таалайбек у. А., У.К. Нурудинов

Макалада суу айлануучу ГЭСтердин бургуч каналдарынын тилкелеринде байкалган суу агымдарынын гидравликалык мүнөздөмөлөрү аныкталган. ГЭСтин кудуктарынын, суу чыгаруучу каналдардын жана дарыянын чыгуучу каналдарынын чектеш тилкелериндеги суунун деңгээлинин айырмасын аныктоо үчүн көз карандылык суушушталат. Тышкы шарттардын өзгөрүшүнө жараша чектешкен суу агымдарынын өз ара таасирин изилдөө үчүн кошумча лабораториялык изилдөөлөрдү жүргүзүүнүн зарылчылыгы далилденген.

Түйүндүү сөздөр: чыгуучу каналдар; дарыя каналдарын буруу; скважиналар; суунун агымынын ылдамдыгы; суунун агымынын тереңдиги; суунун агымынын туурасы; суунун деңгээли боюнча эсептелген айырма.

DEVICE OF CONNECTING STRUCTURES OF HYDRO POWER PLANTS WITH DRAFT RIVERS

T.K. Salambekov, B.B. Kurumshiev, Taalaibek u. A., U.K. Nurudinov

The hydraulic characteristics of water flows are determined, which are observed in the sections of the diversion canals of diversion HPPs. A dependence is recommended for determining the difference in water levels within the adjoining sections of the stilling wells of the hydroelectric power station, outlet canals and outlet river channels. The necessity of carrying out additional laboratory investigations to study the mutual influence of conjugated water flows depending on changing external conditions has been substantiated.

Keywords: diverting canals; diverting river channels; stilling wells; water flow rates; water flow depth; water flow width; calculated water level difference.

Введение. В предыдущих исследованиях авторами были определены основные условия, которые учитываются при размещении основного гидроэнергетического оборудования деривационных ГЭС относительно уровней воды в отводящих каналах и руслах рек. При этом было предложено устройство затворов по длине отводящего канала для регулирования уровней воды на участках водобоя ГЭС.

Анализ характеристик отводящих каналов деривационных ГЭС Чуйской долины Кыргызстана (Иссык-Атинская ГЭС и Калининская ГЭС) позволил авторам определить следующие условия: каналы – проход в земляном русле; уклоны дна каналов изменяются в пределах: $i_k = 0,001 - 0,002$; сбрасываемые расходы воды лежат в пределах от 1,0 до 3,5 м³/с.

Цель работы – обосновать расчеты для каналов трапецеидального сечения с заложением откоса 1,5, шириной по дну (b) 0,8 м и уклоном дна 0,002 (рисунок 1) [1], при условии, что глубина воды (h) в отводящих каналах изменяется в пределах от 0,6 м до 1,1 м.

Эти глубины наблюдаются на каналах в зависимости от сбрасываемых расходов воды. Максимальная ширина водного потока по верху, на рассматриваемых каналах, составляет около 4,0 м. На рисунке 2 приведена графическая зависимость скоростей движения водного потока от глубин для тех же гидравлических условий в каналах.

В зависимости от гидрологического режима реки, в отводящем русле могут наблюдаться различные расходы воды, что приводит к изменению уровней водного потока. Это условие необходимо учитывать при проектировании ГЭС, так как отработанные объемы воды должны бесперепятственно сбрасываться.

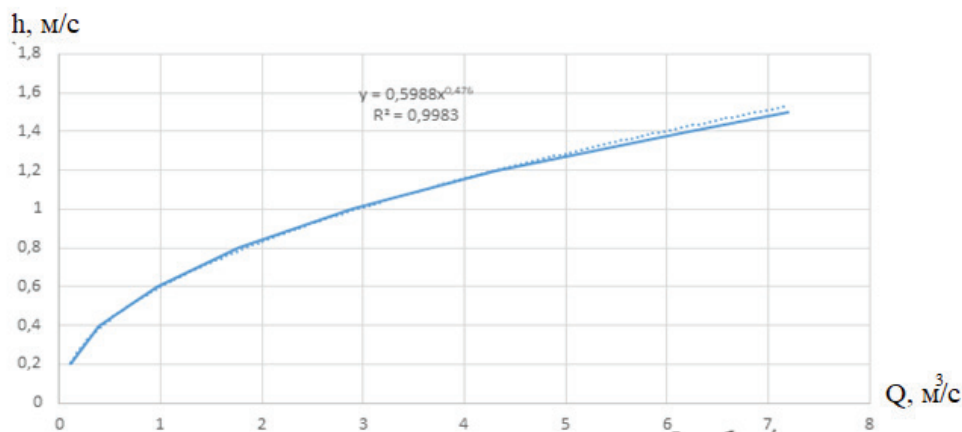


Рисунок 1 – Расчетная графическая зависимость $h-f(Q)$

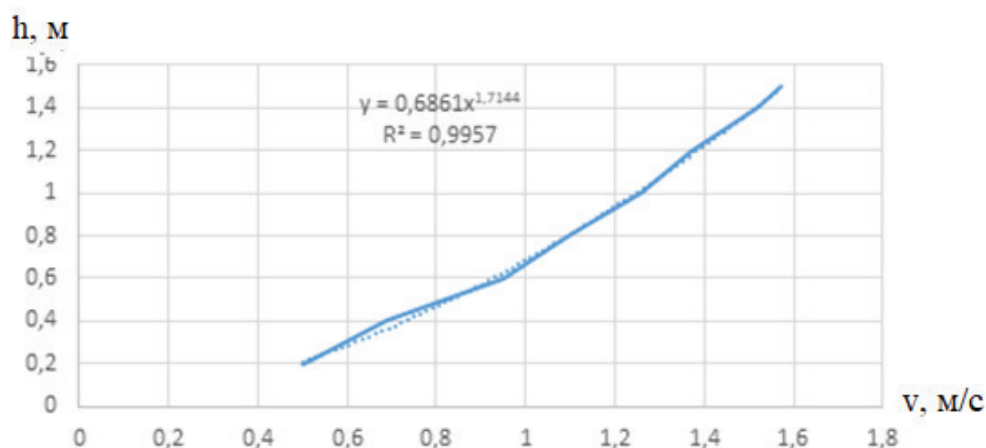


Рисунок 2 – Расчетная графическая зависимость $V-f(h)$

Отводящими руслами деривационных ГЭС в Кыргызстане являются горно-предгорные участки рек. Водный поток горных и предгорных участков рек, в основном, носит бурный характер течения и обладает большим запасом гидравлической энергии. Это приводит к выносу большого количества наносов, основная масса которых транспортируется до долинного участка реки.

Средняя глубина воды на прямолинейном участке речного русла по рекомендациям В.Ф. Талмазы, А.Н. Крошкина [2], определяется по формуле:

$$H = \left(\frac{Q_i}{5Bi^{0.2}} \right)^{\frac{1}{1.7\sqrt{i+1.5}}}, \quad (1)$$

где Q_i – расчетная величина расхода воды; B – ширина водного потока; i – уклон дна русла.

Ширина водного потока в речном русле для горно-предгорных участков рек определяется по формуле:

$$B = \frac{2.6}{i^{0.2}} \left(\frac{Q_i}{\sqrt{g}} \right)^{0.4}. \quad (2)$$

Выполненные расчеты свидетельствуют, что при русловых расходах воды, которые изменяются от 0,5 до 70 м³/с, глубины водных потоков в реках изменяются от 0,26 до 1,25 м. При этом ширина водного потока соответственно может изменяться в пределах от 2,5 до 18,7 м.

Проведенный анализ характеристик водных потоков за гидроагрегатами деривационных ГЭС с учетом существующих рекомендаций [3], определил вид уравнения для расчета разности максимальных уровней воды на сопрягающих участках:

$$\nabla Z = k \left(\frac{\alpha v_{i.\epsilon}^2}{2g} - \frac{\alpha v_{i.\delta}^2}{2g} \right), \quad (3)$$

где k – коэффициент, учитывающий местные условия сопряжения:

- потери энергии водного потока на участке сопряжения;
- угол сопряжения водных потоков (рисунок 3);
- отношения удельных расходов, сбрасываемого и отводящего потоков:

$v_{i.\epsilon}$ – скорости движения воды в отводящем канале при сбросе максимального расхода ГЭС;

$v_{i.\delta}$ – скорости движения водного потока в отводящем речном русле.

Скорости движения воды в отводящем канале трапецеидального сечения при сбросе максимального расхода ГЭС, могут быть определены из преобразованного уравнения Шези:

$$v_{i.\epsilon} = \frac{Q_{i.\epsilon}}{b \times h + mh^2}. \quad (4)$$

Скорости движения водного потока в отводящем речном русле определяют по формуле:

$$v_{i.\delta} = \frac{Q_{\max p\%}}{B \times H}, \quad (5)$$

где $Q_{\max p\%}$ – максимальный расчетный расход воды в речном русле.

Величину расчетной разности (∇Z) необходимо откладывать на каждом участке сопряжения от максимальных уровней воды в отводящем русле реки, до максимальных уровней воды в отводящем канале. Уравнение (5) также используется для определения разности уровней воды в водобойном колодце ГЭС и на начальном участке отводящего канала.



Рисунок 3 – Схемы сопряжения отводящих каналов деривационных ГЭС и отводящих русел рек: а – сопряжение канала Иссык-Атинской ГЭС с рекой Иссык-Ата; б – сопряжение канала Калининской ГЭС с отводящим руслом реки Кара-Балта; в – сопряжение отводящего канала Кеминской ГЭС с руслом р. Чу

Определенным затруднением является определение величины коэффициента, учитывающего местные условия сопряжения k . Поскольку результаты анализа существующих условий сопряжения отводящих каналов с отводящими руслами (рисунок 3) показывают, что значение коэффициента зависит от углов сопряжения, а также от отношения энергетических характеристик сопрягаемых потоков.

По результатам исследований, авторами было намечено проведение лабораторных исследований для определения взаимовлияния водных потоков в отводящем канале и в отводящих речных руслах.

Выводы. Анализ расчетных гидравлических характеристик водных потоков на участках сопрягающих сооружений свидетельствует о многогранности условий, которые необходимо учитывать при проектировании. Эти условия определяют необходимость рационального использования энергетических ресурсов потоков воды в нижних бьефах ГЭС.

Получено уравнение для расчета разности уровней воды на сопрягающих участках, которое основывается на разности скоростных напоров, наблюдаемых на сооружениях. При этом в уравнении приведен коэффициент, учитывающий, наряду с потерями энергии, угол сопряжения водных потоков и отношение энергетических характеристик сопрягаемых потоков.

Литература

1. Справочник по гидравлическим расчетам / под ред. П.Г. Киселева. Изд. 5-е. М.: Энергия, 1974. 309 с.
2. *Логинов Г.И.* Гидравлические процессы при водозаборе из малых горных рек: монография / Г.И. Логинов. Изд. 2-е, перераб. и доп. Бишкек: КРСУ, 2014. 196 с.
3. *Логинов Г.И.* Движение двухфазного потока жидкости (вода наносы) на криволинейном участке русла / Г.И. Логинов // Вестник КРСУ. 2010. Т. 10. № 2. С. 93–97.