

**СОПОСТАВЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ
ДАВЛЕНИЯ И СКОРОСТЕЙ В СЕЧЕНИИ НА ПОВОРОТЕ
ВОДОСБРОСА ВОДОХРАНИЛИЩ**

С. И. Худайкулов

Профессор, научно исследовательский институт ирригации и водных проблем

У. Т. Жовлиев

PhD, научно исследовательский институт ирригации и водных проблем.

Ғ. М. Якубов

С.н.с. научно исследовательский институт ирригации и водных проблем

Э. А. Казаков

Студент Чирчикского государственного педагогического института Ташкентской области

Д. Ж. Рисбекова

Студент Чирчикского государственного педагогического института Ташкентской области

АННОТАЦИЯ

Во многих водохранилища в сечениях на повороте напорного водосброса возникают разные вибрации которые являются основными причинами разрушений всей системы гидротехнических сооружений. Основами этих вибраций являются несоответствия напора и скорости на повороте напорного водосброса.

Ключевые слова: водохранилищ, гидротехника, математика, физика, техника.

**COMPARISON OF THE DESIGN AND EXPERIMENTAL DATA OF PRESSURE
AND VELOCITY IN THE SECTION ON THE TURN
RESERVOIR WATER DISCHARGE**

ABSTRACT

In many reservoirs, different vibrations occur in the sections at the turn of the pressure spillway, which are the main causes of the destruction of the entire system of hydraulic structures. The basis of these vibrations is the discrepancy between the head and the speed at the bend of the pressure spillway.

Keywords: reservoirs, hydraulic engineering, mathematics, physics, technology.

ВВЕДЕНИЕ

Для устранения вибрации напорного трубопровода предложены расчёты по методу Л. Прандтля. Расчёты по предложенному методу скоростей и давлений в сечениях на повороте напорного водосброса Каркидонского водохранилища является математически сложными, они в большинстве своем не доводится до инженерного решения или требуют большой вычислительной работы, не оправдывающейся достигаемой точностью расчета [1,2,5].

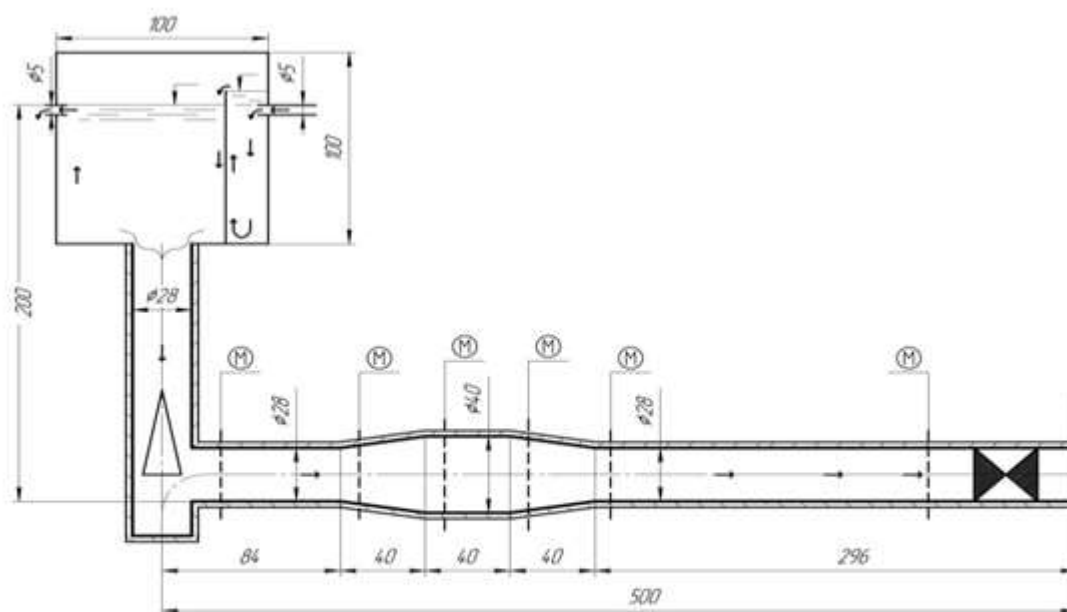


Рис.1. Лабораторная установка для проведения экспериментальных и теоритических работ.

МЕТОДОЛОГИЯ

Для расчёта нами предлагается методика расчёта объединяющая инженерные решения, позволяющие использовать их на практике без выполнения сложных математических операций или большого объема вычислений, которые представляет экспериментальные работы в виде графиков эмпирических формул.

Формулы давления в сечении на повороте напорного водосброса проверены по лабораторным и натурным данным, относящимся как к напорным водоводам с постоянными по длине формой и размерами поперечных сечений, так и к водосбросам, имеющим сложные, переменные по длине формы поперечных сечений и большое различие кривизны стенок в данном сечении, включая случай, когда кривизна одной из стенок равна нулю. Во всех случаях

получено вполне удовлетворительно совпадение Рис.2. Эпюры скоростей в прямолинейном водоводе. 1-расчет по (33); 2- экспериментальная кривая Никурадзе для гидравлически гладкой трубы при $Re = 3,24 \cdot 10^6$; 3- то же при относительной шероховатости $\Delta/R_0 = 1/507$. $Re = 10^6$

результатов расчетов и опытов для водоводов как с концентрическим, так и с неконцентрическим расположением стенок, что подтверждается приведенным примером.

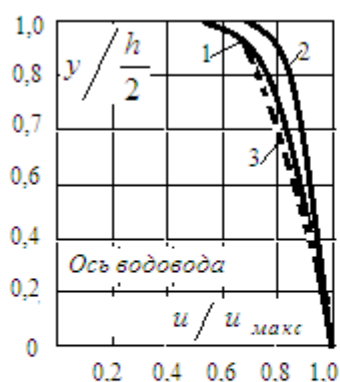


Рис.2.Эпюры скоростей в прямолинейном водоводе.

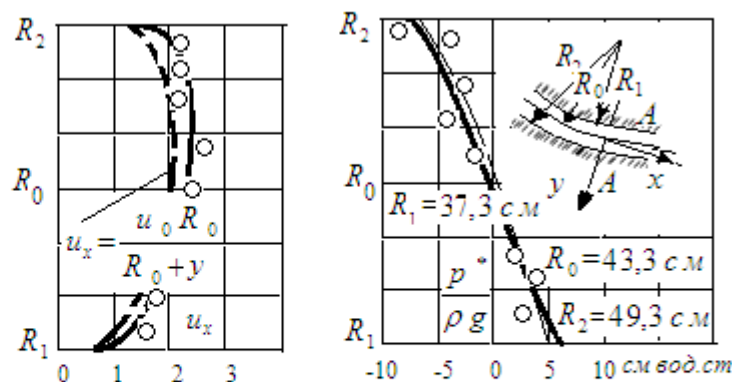


Рис.3. Эпюры распределения скоростей (а) и кинетического давления (б) на повороте водосброса в сечении А-А. О- опытные точки

Описанные выше типы вибрации имеют общую особенность, заключающуюся в том, что отдельный элемент жидкости проходит через зону кавитации только один раз. Вибрационная кавитация является новым важным типом кавитации, которому не свойственна эта особенность. Хотя она иногда происходит и в непрерывном потоке, скорость его настолько мала, что элемент подвергается воздействию не одного, а многих циклов кавитации (за период времени порядка миллисекунд). Силы, вызывающие образование и схлопывание каверн при вибрационной кавитации, представляют собой непрерывные высокочастотные колебания давления с большой амплитудой. Эти колебания создаются поверхностью, погруженной в жидкость, которая вибрирует в направлении нормали и создаёт волны давления в жидкости. Каверны не образуются до тех пор, пока амплитуда пульсаций недостаточно велика и давление не падает до давления насыщенного пара или ниже.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Вибрация на поворотах с постоянной глубиной. Вибрация на поворотах с постоянной глубиной, возникают иногда после начала кавитации, при котором

поток жидкости отрывается от твердой границы обтекаемого тела или стенки канала с образованием полости, или каверны, на твердой границе. Неподвижная, или присоединенная, каверна устойчива, только в квазистационарном смысле. Ее граница иногда имеет вид поверхности интенсивно кипящей турбулизованной жидкости. В других случаях поверхность раздела между жидкостью и большой каверной может быть гладкой и прозрачной [3,5,7].

При выводе расчетных зависимостей рассматривалась плоская задача для потока в водоводе прямоугольного поперечного сечения. Для того чтобы показать приемлемость полученных зависимостей и для водоводов круглого поперечного сечения, на рис.2. сопоставлена эпюра скоростей 1, построенная по формуле:

$$u_x = A \frac{e^{\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \frac{y^2}{2h} - \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \frac{y}{2}}}{1 + \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \frac{h}{24}} C^B \quad (1)$$

Где

$$A = 1 + \frac{0,125}{1 + 10 \frac{h}{R_0}}$$

$$B = 0,125 - 0,0833 \left(\frac{h}{R_0}\right)^{0,113}$$

$$C = 1 - \left(\frac{\frac{y}{h}}{\frac{1}{2}}\right)^2$$

с эпюрами 2 и 3, построенными по экспериментальным данным Никурадзе для прямой трубы круглого сечения. Для области шероховатого сопротивления (кривая 3) результаты расчета по зависимости (1) вполне приемлемы для практики.

На рис.3. сопоставлены эпюры скоростей и давлений, рассчитанные по формулам , и экспериментальные , полученные на модели напорного водосброса [5,6]. До участка поворота и за ним ось водовода прямолинейна, водовод сужающийся, длина участка поворота по оси водовода составляет $0,55R_0$, центральный угол 63° .

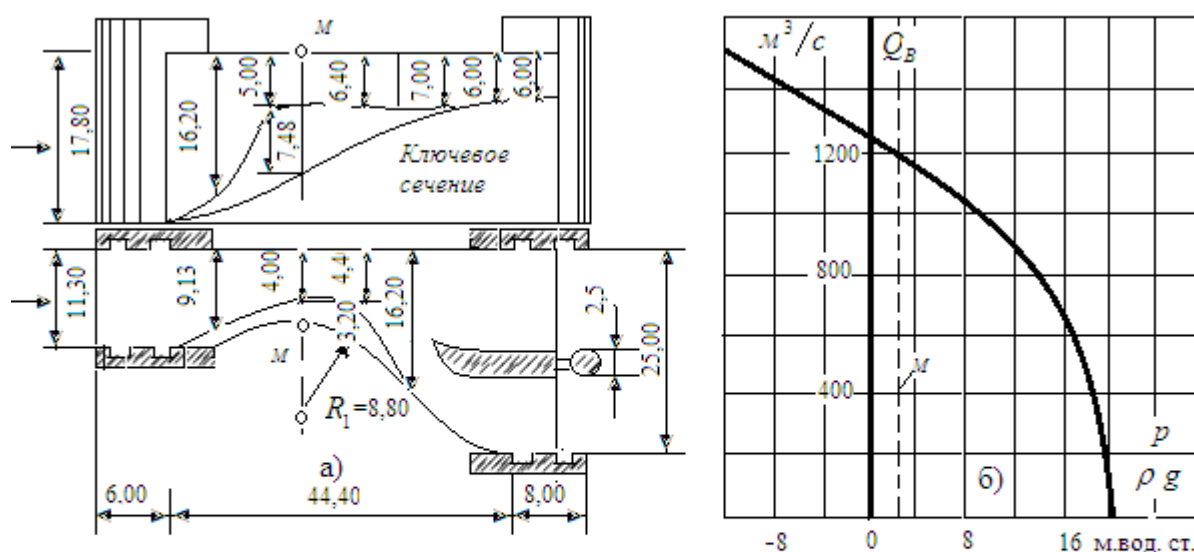


Рис.4. К проверке формулы (3) сопоставлением результатов расчета давления с экспериментальными данными для ключевого сечения диффузорного водосброса совмещенной гЭС. а - модель (коэффициент расхода, коэффициент количества движения для выходного отверстия); б - изменение давления в точке М (на потолке) в зависимости от пропускаемого расхода.

На рис.4,а приведена модель диффузорного напорного водосброса турбинного блока: $R_1 = 8,8m$, $R_2 = \infty$, для которой производилось сопоставление значений давления в точке М на криволинейной стенке у потолка (противоположная стенка прямолинейна). Кривая давления (рис.4,б) построена в функции расхода водосброса, который изменялся (при постоянном уровне верхнего бьефа) в зависимости от раскрытия отверстий[1,4,7].

Расчет среднего пьезометрического напора в ключевом сечении (рис.4,б) производился по формуле:

$$\left(z + \frac{p}{\rho g} \right)_{cp} = \nabla BB - \frac{\alpha g_{cp}}{2g} - h_{\omega} \quad (2)$$

Потери напора $h_{\omega} = \zeta \frac{g^2}{2g}$ - определялись при $\zeta = 0,7$ принятом на основании экспериментальных данных. Кинетическое давление согласно формуле:

$$\frac{p^*}{\rho g} = \frac{g^2 \left[\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \frac{y}{2} - \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \frac{y^2}{2h} - \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^2 \frac{y^2}{4} + \left(\frac{1}{R_1^2} - \frac{1}{R_2^2} \right) \frac{y^3}{2h} - \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)^2 \frac{y^4}{4h^2} \right]}{g \left[1 + \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \frac{h}{24} \right]^2} \quad (3)$$

получилось отрицательным. Давление в точке M ключевого сечения без учета влияния неровностей и пульсации:

$$\left(\frac{p}{\rho g} \right)_M = \nabla \left(z + \frac{p}{\rho g} \right)_{cp} - \nabla z_M - \frac{p^*}{\rho g} \quad (4)$$

Коэффициент пульсации давления в колене прямоугольного сечения может быть определен по графику 5.(17) Пульсационная составляющая p' , по которой вычислен коэффициент давления, равен стандарту пульсации. График определяет в зависимости от $\frac{R_0}{h}$ - коэффициент давления для стенки меньшего радиуса. На стенке большего радиуса δ_σ уменьшается более чем вдвое. Пульсационная составляющая давления уменьшается с увеличением радиуса поворота водовода и центрального угла поворота.

Для повышения надежности расчёта мгновенных давлений пульсационная составляющая $p' = k \delta_\sigma \frac{g^2}{2g}$ вводится в расчёт при $k \geq 3$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Так как полное подобие модели и природы не достигается, коэффициент пульсации по натурным данным может оказаться несколько больше, чем по данным модельных исследований. Коэффициент k при вычислении p' даёт некоторый запас в расчёте.

REFERENCES

1. Прандтль Л. Гидроаэромеханика. М; Из-во, иностр. Литература, 1949.
2. Слисский П.М. Гидравлика зданий гидроэлектростанций. М. Энергия, 1970.
3. Жовлиев У.Т., Махмудова Д.Э., Махмудова Д.И. "Hydraulic modeling of water-air flow in a tubular spillway with local hydraulic resistance" spitzenforschung - 2020 30. April - 7. Mai 2020С. 101-105.
4. Жовлиев У.Т., Махмудова Д.Э., Махмудова Д.И. "Analysis of hydraulic

conditions of work of tubular discharge on the possibility of the application of cavitation” cutting-edge scienc E – 2020 30. April - 7. Mai 2020 C. 212-217.

5. Жовлиев У.Т., Казаков Э., Якубов Г. “Extension Of Tubular Water Discharge Limitations With Water Flow Extinguishers” “INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH VOLUME 8, ISSUE 12, DECEMBER 2019.

6. Бутабоев А.А., Саттаров С.М., Худайкулов С.И., Жураев А.М. Моделирование надежности работы водохранилища” Life Sciences and Agriculture. Электронный научно – практический журнал.ISSN 2181-0761/ Выпуск: 2.2-2020. Стр.149-155. ISSN 2277-8616 с-2080-2082 www.ijstr.org ”

7. Худайкулов С.И. «Gidravlika» , Buxoro-2017, 320 s.

8. Seytov A.J., Kutlimuradov A.R, Turayev R.N, Muradov N.K., Kудayberganov A.A., Mathematical model of optimal control of the supply canal to the first pumping station of the cascade of the Karshi main canal.

9. Seitov A.Zh., Khanimkulov B.R., Matemathical models and criteriafor water distribution quality in large main irrigation canals. Academic Research in Educational Sciences, 1 (2), 405-415.

10. Сейтов А.Ж., Кутлимурадов А.Р., Тураев Р.Н., Махкамов Э.М., Ханимкулов Б.Р., Оптимальные управления водных ресурсов крупных магистральных каналов с каскадом насосных станций ирригационных систем. Academic Research in Educational Sciences, 1 (2), 265-273.