

ГИДРОТЕХНИКА

В. Н. ЖАМАГОРЦЯН

ДВИЖЕНИЕ ВОЛНЫ ВДОЛЬ БОКОВОГО ВОДОСЛИВА
 НАХОДЯЩЕГОСЯ НА СУЖИВАЮЩЕМСЯ
 ИЛИ РАСШИРЯЮЩЕМСЯ УЧАСТКЕ ВОДОВОДА

В работе [1], посвященной движению волны вдоль бокового водослива, находящегося на прямом участке водовода (рис. 1, б), было получено следующее выражение коэффициента уменьшения высоты волны:

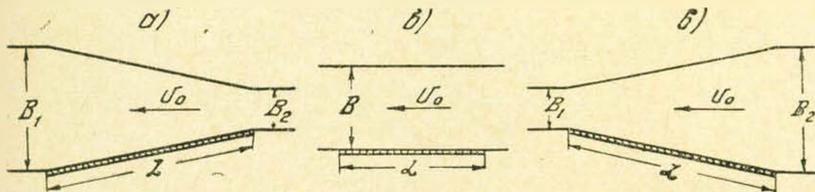


Рис. 1.

$$K = \frac{z}{z_0} = \frac{1}{\left(1 + \frac{\sigma m \sqrt{gz_0} L}{4\rho C_{cp} B}\right)^2}, \quad (1)$$

где z_0 и z — соответственно, средняя высота волны до и после водослива, или до и после уменьшения высоты волны *боковым водосливом*; m — коэффициент расхода профиля порога бокового водослива при его прямом расположении; L — длина порога; B — ширина канала; C_{cp} — скорость распространения волны.

Расчеты и опыты показали, что $\sigma = \rho$ [2]. Кроме того можно принять:

$$C_{cp} = \sqrt{gH_0},$$

где H_0 — глубина установившегося движения.

В данной работе рассматривается движение положительной волны, возникшей при внезапной (аварийной) полной остановке первоначального установившегося движения вдоль бокового водослива, находящегося на суживающемся или расширяющемся участке канала. При решении задачи принимается, что уклон дна канала и потери в пределах бокового водослива малы и, по сравнению с другими величинами, ими можно пренебречь. Кроме того допускается, что порог бокового водослива параллелен дну канала и движение одномерное. Возможность допущения одномерности подтверждается опытами [2, 3], показываю-

щими, что фронт волны при прохождении вдоль бокового водослива практически остается перпендикулярным к оси канала.

Рассмотрим суживающийся участок прямоугольного канала (рис. 1, в). Предположим, что благодаря внезапному закрытию щитов возникла положительная волна со средней высотой z_0 . Волна, двигаясь против первоначально установившегося движения вдоль бокового водослива (рис. 2), будет деформироваться, и благодаря сливу воды через

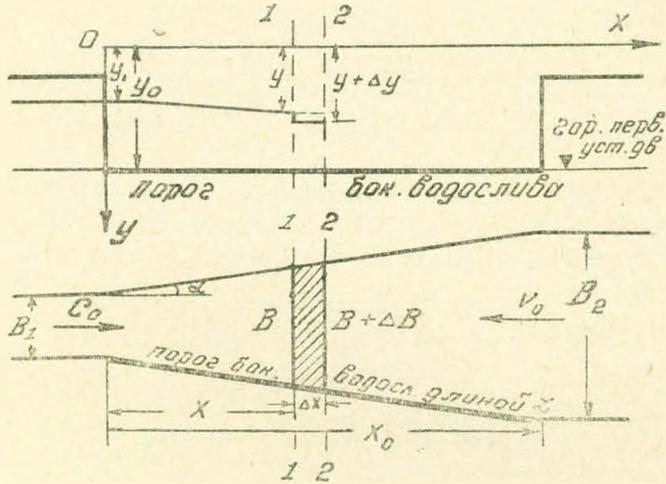


Рис. 2.

порог, терять часть своего (волнового) расхода. Слив воды вызывает отрицательную волну, являющуюся фактором уменьшения высоты положительной обратной волны [1]. Введем обозначения: y_1 — расстояние от оси X до уровня соответствующей средней высоте волны z_0 , ($z_0 = y_0 - y_1$); y — то же расстояние в сечении отстоящего от нижнего конца бокового водослива (от начала координат) на расстояние X ; B — ширина участка в этом же сечении. Предположим, что за время Δt волна продвинулась на расстояние ΔX и благодаря сливу воды через порог водослива u увеличился на Δy . Тогда уравнение неразрывности для объема отсека 1—1, 2—2 будет:

$$B(y_0 - y) C_{1x} \Delta t + BC_{2x} \frac{\Delta y}{2} \Delta t - \frac{m \sqrt{2g}}{\cos \alpha} \left(y_0 - y - \frac{\Delta y}{2} \right)^2 \Delta X \frac{\Delta t}{2} = \\ = \left(B + \frac{\Delta B}{2} \right) \left[y_0 - \left(y + \frac{\Delta y}{2} \right) \right] C_{1x} \Delta t, \quad (2)$$

где первые два члена, вошедшие в отсек объемы воды, третий член — объем сливаемой воды через порог бокового водослива, длиной ΔX . Правая часть уравнения выражает изменение объема в выделенном отсеке за время Δt .

C_{1x} и C_{2x} — скорости распространения, соответственно, обратной положительной и прямой отрицательной волны в створе отсека. При чем имеющиеся данные [1, 2] позволяют практически считать

$C_{1X} = C_{2x} = C_{cp}$. Разлагая выражение $\left[(y_0 - y) - \frac{\Delta y}{2} \right]^2$ в ряд по степеням Δy и пренебрегая величинами второго порядка малости, переходя в пределу, из (2) получим:

$$2Bdy - (y_0 - y) dB - \frac{m\sqrt{2g}}{C_{cp} \cos \alpha} (y_0 - y)^2 dX = 0. \quad (3)$$

Согласно рис. 2:

$$B = B_1 + 2Xtg\alpha, \\ dB = 2tg\alpha dX.$$

После интегрирования (3) в пределах от $X = 0$ до $X = X_0$, и учитывая, что когда $X = 0$, $y_0 - y_1 = z_0$, а когда $X = X_0$, $y_0 - y_2 = z$ получим:

$$\frac{C_{cp} \sqrt{2 \sin \alpha} + m \sqrt{gz}}{C_{cp} \sqrt{2 \sin \alpha} + m \sqrt{gz_0}} = \frac{(2X_0 tg \alpha + B_1)^{1/4}}{B_1^{1/4}} \sqrt{\frac{z}{z_0}}, \quad (4)$$

где z — средняя высота волны после уменьшения боковым водосливом.

Имея ввиду, что $2X_0 tg \alpha + B_1 = B_2$ и $\sin \alpha = \frac{B_2 - B_1}{2L}$, из (4) получим окончательно выражение коэффициента уменьшения высоты волны боковым водосливом, в следующем виде:

$$K = \frac{1}{\left[\left(\frac{B_1}{B_2} \right)^{1/4} + m \frac{\sqrt{2gz_0}}{C_{cp}} \frac{L}{\left(\sqrt{B_1} + \sqrt{B_1 B_2} \right) \left(\sqrt{B_1} + \sqrt{B_2} \right)} \right]^2} \quad (5)$$

В случае расширяющегося участка канала (рис. 1, а) для K получаем то же выражение (5).

При известном значении K определяется z . Далее вычисляется максимальная высота первого вала z_{max} после бокового водослива для чего используется следующая зависимость [2]:

$$\frac{z_{max}}{z} = 1,15 + 1,50 \frac{z}{H_0}. \quad (6)$$

Надо подчеркнуть, что как в первом случае, так и в последнем, через B_1 обозначена начальная, по движению волны, ширина участка (рис. 1 и 2).

В частном случае, когда ширина участка постоянная, т. е. $B_1 = B_2$, из (4) получим (1) при $\sigma = p$.

Таким образом, (5) соответствует более общему случаю чем (1). В случае $B_1 < B_2$ или $B_1 = B_2$, K может быть только меньше единицы. При $B_1 > B_2$, знаменатель выражения (5) может быть больше или меньше единицы. Следовательно коэффициент K в этом случае может быть меньшим, равным и большим единицы. Для случаев трапециoidalных поперечных сечений считаем возможным с таким же приближением, как это допускается при решениях практических за-

дач неустановившегося движения, с неизменным расходом вдоль пути, применить (5), подставляя вместо глубины H_0 значение F/B , где F и B соответственно площадь и ширина водотока по урезу сечения.

Выражение (5) было применено при исследовании модели Атарбекянской ГЭС Севанского каскада, проведенного в Водно-энергетическом институте АН Армянской ССР. Исследование сводилось к определению возникшей при аварийной остановке станции, высоты волны z после уменьшения боковым водосливом, находящегося на комбинированном суживающемся и прямом участке напорного бассейна. Расхождение между экспериментальными и расчетными данными не превышало 12%. Одновременно (5) давало возможность определить параметры модели для окончательного варианта без промежуточных опытов.

Расчет по (5) прост, аналогичен приведенному в [2] примеру.

Водно-энергетический институт
АН Армянской ССР

Поступило 20 II 58

Վ. Ն. ԺԱՄԱԳՈՐՑՅԱՆ

ԱՐԻՔԻ ՇԱՐԺՈՒՄԸ ԶՐԱՏԱՐԻ ԼԱՅՆԱՅՈՂ ԿԱՄ ՆՆՂԱՅՈՂ ԱՆՅՈՒՄԱՅԻՆ ՄԱՍԵՐՈՒՄ ՏԵՂԱՎՈՐՎԱԾ ԶՐԹԱՔԻ ԵՐԿԱՐՈՒԹՅԱՄԲ

Ա մ փ ո փ ու մ

Զրատարի ուղիղ մասերում տեղավորված կողային ջրթափի (նկ. 16) երկարությամբ շարժվող դրական ալիքի բարձրության փոքրացման խնդիրը հանգամանորեն քննության է առնված նախորդ հոդվածներում [1, 2]:

Այս աշխատանքը նվիրված է նույնանման խնդրին, միայն այն տարբերությամբ, որ կողային ջրթափը տեղավորված է ջրատարի լայնացող կամ նեղացող անցումային մասերում (նկ. 1a, b): Անխդելիություն հավասարումից ստացված է ալիքի բարձրության փոքրացման գործակից՝ $K = \frac{z}{z_0}$ հաշվային արտահայտությունը (5), որտեղ z_0 ալիքի սկզբնական, իսկ z ջրթափի շնորհիվ ալիքի փոքրացված միջին բարձրություններն են: Ունենալով K , որոշվում է z , աֆունկետե (6) բանաձևով հեշտությամբ ստացվում է ալիքի մաքսիմալ բարձրությունը (z_{\max}) ջրթափից հետո:

Մասնավոր դեպքում (նկ. 16), երբ $B_1 = B_2$, (5) վեր է ածվում (1): (5) բխում է, որ a դեպքում K կարող է լինել մեծ, հավասար կամ փոքր 1-ից, իսկ b Վ դեպքում միմիայն փոքր 1-ից:

Սեանի կասկադի երկրորդ էլեկտրակայանի լարորատոր հետազոտության ժամանակ, որը կատարվել է Հայկական ՍՍՌ ԳԱ Զրա-էներգետիկ ինստիտուտում (5) կիրառումը դրական արդյունք է տվել: Հաշիվները ավելի մեթոդով հասարակ են և կատարվում են նույն [2] բերված օրինակի ձևով:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Жамагорцян В. Н. Движение волны вдоль бокового водослива. «Известия АН АрмССР» (серия техн. наук), т. XI, № 5, 1958.
2. Жамагорцян В. Н. Лабораторное исследование движения волны вдоль бокового водослива. «Известия АН АрмССР» (серия техн. наук), т. XI, № 6, 1958.
3. Bruno Gentilini. L'azione di uno stioratore laterale sull'onda positiva ascendente in un canale. L'Energia Elettrica, № 1, 1950.