

УДК 626.824: 626.822 (575.2) (04)

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОЗЫРЬКА-ОТСЕКATEЛЯ ВОДОДЕЛИТЕЛЯ ДЛЯ КАНАЛОВ С БУРНЫМ ТЕЧЕНИЕМ

О.В. Атаманова – докт. техн. наук, доц.

Т.А. Исабеков – аспирант

Theoretical substantiation of peak's parameters for water-divide construction on canals with stormy flow is suggested in the article.

Одним из элементов усовершенствованной конструкции вододелителя для каналов с бурным течением (ВКБТ) [1] является козырек-отсекатель, установленный на входе в отводящую траншею вододелителя (рис. 1).

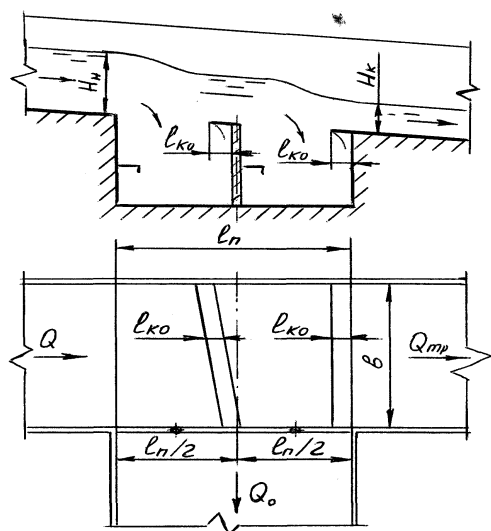


Рис.1. Схема вододелителя для каналов с бурным течением (ВКБТ).

Разработка методики расчета этой конструкции вододелителя предполагает установление параметров всех конструктивных элементов сооружения. Поэтому возникла необходимость теоретического обоснования длины

козырька-отсекателя, оказывающего влияние на структуру потока как в транзитном канале, так и в отводящей траншее.

Рассмотрим картину истечения на вододелителе в отводящую траншею при разной длине козырька-отсекателя (рис. 2).

Если козырек-отсекатель имеет неоправданно большую длину, то при набегании транзитного потока на козырек имеет место явление, названное Н.Е.Жуковским [2], “весьма косым ударом о пластину”, которое приводит к образованию вихрей над козырьком в транзитном потоке. Появление вихрей нарушает стационарный режим движения воды в канале и образует выплески из канала на месте устройства сооружения (рис. 2а). Помимо этого, необоснованно большая длина козырька может вызвать снижение пропускной способности водовыпускного отверстия.

Если длина козырька-отсекателя будет недостаточной, то скоростной поток, ударяющийся о лобовую стену траншеи, и отражаясь, с силой выносится обратно в транзитную часть канала, образуя, тем самым, “вспучивание” потока и обильные выплески из канала (рис. 2б).

Описанные нежелательные явления можно исключить, приняв длину козырька-отсекателя $l_{ко}$ наиболее рациональной, при которой устраняется развитие вихрей в потоке и козырек выполняет свою основную функцию – отсекает отводимую часть потока в отвод.

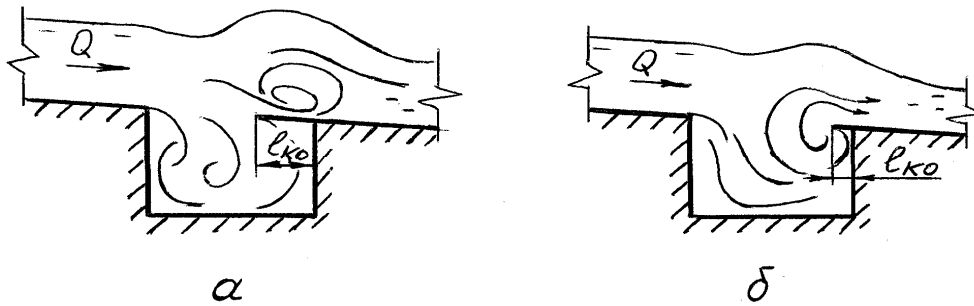


Рис. 2. Схемы истечения в отводящую траншею при длине козырька-отсекателя: а – больше наиболее рациональной длины; б – меньше наиболее рациональной длины.

Необходимо установить оптимальное соотношение длины козырька-отсекателя $l_{ко}$ и глубины траншеи h_m , когда обеспечивается невихревое движение жидкости, поступающей на козырек, расположенный параллельно линии тока и соединенный со стенкой, составляющей с ним угол $\alpha < 180^\circ$.

Подобный случай обтекания идеальной жидкостью двух пластин, расположенных под углом друг к другу, рассмотрен Н.Е. Жуковским (рис. 3) [2].

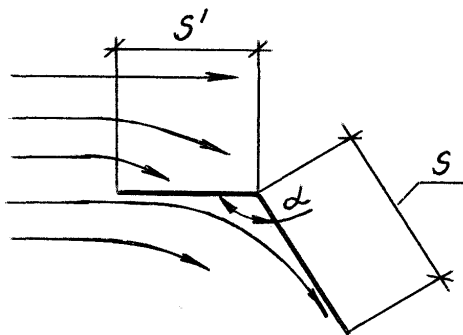


Рис. 3. Расположение пластин в потоке.

Для случая невихревого движения жидкости в рассматриваемом примере Н.Е. Жуковским получены выражения, позволяющие определить длины пластин S и S' :

$$S = \frac{2kc^2}{\omega} \left(1 - \sin \frac{\mu}{q} \right), \quad (1)$$

$$S' = \frac{kc^2}{4\omega} \left(1 + \sin \frac{\mu}{q} \right)^2, \quad (2)$$

где k – временной параметр образующей сети конформного преобразования; c – линейный параметр ортогональной изотермической сети; ω – скорость потока; μ – угол наклона первой пластины (в нашем случае козырька) к направлению основного потока; q – величина, характеризующая траекторию тока жидкости, $q = \frac{2\theta}{\pi}$, θ – угол между касательной к линии тока и направлением основного потока.

В нашем случае величина q не влияет на длины козырька и стенки, поэтому угол $\mu = 0 \Rightarrow \frac{\mu}{q} = 0$.

С учетом указанного переишем выражения (1) и (2):

$$S = \frac{2kc^2}{\omega} (1 - \sin 0) = \frac{2kc^2}{\omega}; \quad (3)$$

$$S' = \frac{kc^2}{4\omega} (1 + \sin 0)^2 = \frac{kc^2}{4\omega}. \quad (4)$$

Анализируя зависимости (3) и (4), видим, что, зная глубину отводящего колодца $S = h_m$, можно определить длину козырька-отсекателя

$l_{ко}$ без расчета параметра $\frac{kc^2}{\omega}$, который характеризует скоростную структуру потока в отводящей траншее.

Из выражения (3) получаем:

$$\frac{kc^2}{\omega} = \frac{h_m}{2}; \quad (5)$$

а из выражения (4) получаем:

$$\frac{kc^2}{\omega} = 4l_{ко}. \quad (6)$$

Приравнивая правые части выражений (5) и (6), получим:

$$\frac{h_m}{2} = 4l_{ко}. \quad (7)$$

Из выражения (7) следует:

$$l_{ко} = 0,125 \cdot h_m. \quad (8)$$

Выражение (8) позволяет определить длину козырька-отсекателя, при которой имеет место невихревое движение потока воды при набегании ее на козырек.

Соблюдение условия (8) при проектировании позволит устранить явление вспучивания потока над сооружением и исключит выплески воды из канала.

Для подтверждения полученных теоретических выкладок проведем расчет длины козырьков-отсекателей для конкретных параметров сооружения.

Пусть транзитный расход воды в канале на подводящем участке $Q = 2,5 \text{ м}^3/\text{с}$, отводящий расход $Q_0 = 1,5 \text{ м}^3/\text{с}$, ширина канала $b_k = 4 \text{ м}$, длина колодца из двух секций $l_n = 4,9 \text{ м}$, уклон дна подводящей части канала $i = 0,0035$. Доля отверстий в плите-решетке, закрывающей водовыпуск составляет $p = 0,8$.

Рассчитаем длину каждой отводящей секции сооружения на выходе из траншеи:

$$\frac{l_n}{2} = \frac{4,9}{2} = 2,45 \text{ м}.$$

Вододелитель такой конструкции предполагает устройство донной траншеи с размера-

ми $b_m = h_m$ [3]. Поэтому, зная, что $b_m = b_k$, получим:

$$h_m = b_k = 4 \text{ м}.$$

Для определения рабочей ширины траншеи следует учесть наличие плиты-решетки. Поскольку доля отверстий в плите составляет $p = 0,8$, то рабочая ширина сооружения:

$$b_m^1 = \sqrt{0,8} \cdot b_m = 0,89 \cdot b_k;$$

$$b_m^1 = 0,89 \cdot 4 = 3,5 \text{ м}.$$

Зная ширину траншеи b_m^1 , определяем глубину траншеи:

$$h_m = b_m^1 = 3,5 \text{ м}.$$

Теперь по формуле (8) определим длину козырька-отсекателя:

$$l_{ко} = 0,125 \cdot 3,5 = 0,4 \text{ м}.$$

Рассчитанная длина козырька-отсекателя является наиболее рациональной для выбранных параметров сооружения.

Литература

1. Вододелитель для каналов с бурным течением / Заявка на изобретение в "Кыргызпатент" от 19 декабря 2003 г., регистр № 11500. Авторы: Лавров Н.П., Исабеков Т.А.
2. Жуковский Н.Е. К вопросу о разрезании вихревых шнуров: Полн. собр. соч., Т. 2: М.-Л.: Гос. Издательства технико-теоретической литературы, 1949. – С. 655–669.
3. Бочкарев Я.В., Лавров Н.П. Гидротехнические сооружения на каналах – быстротоках со сверхбурным течением: Учеб. пособие. – Бишкек: Кырг. СХИ, 1991. – 116 с.