ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Տեխնիկական գիտութ. սերիա XXXVII, № 6, 1984 Серия технических наук

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Л. А. ДЖАРАКЯН, О. В. ТОКМАДЖЯН

К ГИДРАВЛИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ ТРАНШЕЙНОГО ВОДОСБРОСА

Движение в канале траншейного водосброса имеет сложный трехмерный характер. Падающие струи создают в поперечном направлении траншеи водовороты, и в некоторых случаях — незатопленный гидравлический прыжок, условие гашения которого в современных методах расчета обычно не учитывается. Поэтому представляет интерес определение параметров траншейного водосброса при заданной кривой свободной поверхности с соблюдением этого условия в поперечном направлении.

В расчетах принимается постоянство напора водослива H_0, что обеспечивает постоянный удельный расход по всему фронту водослива. Сжатая глубина поступающей в траншею струи согласно [1] имеет вид

$$h_c = \frac{q_{\text{п}}}{\varphi\sqrt{2g(H_0 + z + h''_c - h_c)}}, \qquad (1)$$

где $q_{\text{п}}$ — удельный расход через водослив; φ — коэффициент скорости; z — ордината кривой свободной поверхности; h_c и h''_c — сжатая и сопряженная глубины; g — ускорение силы тяжести.

В каналах прямоугольной формы сопряженная глубина определяется по формуле

$$h''_c = \frac{h_c}{2}\left(\sqrt{1 + \frac{8\alpha q_{\text{п}}^2}{g h_c^3}} - 1\right). \qquad (2)$$

Приравнивая значения h''_c из (1) и (2), получим расчетную зависимость для соблюдения условия гашения гидравлического прыжка в траншее:

$$\frac{\alpha q_{\text{п}}^2}{g\varphi^2 h_c^3} - \sqrt{1 + \frac{8\alpha q_{\text{п}}^2}{g h_c^3}} - 2\,\frac{H_0 + z}{h_c} + 3 = 0. \qquad (3)$$

Вывод дифференциального уравнения неравномерного движения жидкости при заданной кривой свободной поверхности с переменным расходом произведем аналогично методике [2], учитывая, что гидравлический уклон зависит не только от потерь на трение, но и от переменности расхода. При этом движение жидкости принимается медленно изменяющимся, с гидростатическим распределением давления в сечении. Уравнение Бернулли безнапорного потока в дифференциальной форме имеет вид:

$$\frac{d}{dl}\left(z + \frac{\alpha v^2}{2g}\right) = -J, \tag{4}$$

а гидравлический уклон при переменном расходе выражается зависимостью

$$J = \frac{Q^2}{\omega^2 C^2 R} + \frac{\alpha Q}{g\omega^3}(1-a)\frac{dQ}{dl}. \tag{5}$$

Преобразуя (4), получим дифференциальное уравнение неравномерного движения жидкости относительно $\frac{d\omega}{dl}$:

$$\frac{d\omega}{dl} = \frac{g\omega^3}{\alpha Q^2}\frac{dz}{dl} + \frac{g\omega}{\alpha c^2 R} + \frac{\omega}{Q}(2-a)\frac{dQ}{dl}. \tag{6}$$

Так как зависимость (3) определяет закон изменения глубины потока по пути, преобразуем уравнение (6), представив полный дифференциал $\frac{d\omega}{dl}$ в виде

$$\frac{d\omega}{dl} = \frac{\partial\omega}{\partial l} + \frac{\partial\omega}{\partial l}\frac{db}{dl}. \tag{7}$$

Дифференциальное уравнение неравномерного движения жидкости при заданной кривой свободной поверхности и изменении глубины потока по пути примет вид:

$$\frac{db}{dl} = \left(\frac{\partial\omega}{db}\right)^{-1}\left(\frac{g\omega^2}{\alpha Q^2}\frac{dz}{dl} + \frac{g\omega}{\alpha C^2 R} + \frac{\omega}{Q}(2-a)\frac{dQ}{dl} - \frac{\partial\omega}{dl}\right). \tag{8}$$

Для траншей трапецеидального поперечного сечения гидравлические и геометрические параметры будут:

$$m = \operatorname{ctg}\alpha; \qquad \omega = h(b+mh); \qquad R = \frac{h(b+mh)}{b+2h\sqrt{1+m^2}};$$
$$C = \frac{1}{n}\frac{h^y(b+mh)^y}{(b+2h\sqrt{1+m^2})^y}. \tag{9}$$

Учитывая, что $\frac{\partial\omega}{\partial b} = h$, получим:

$$\frac{db}{dl}=\frac{g}{\alpha}\frac{h^2(b+mh)^2}{Q^2}\frac{dz}{dl}-h^{-1}\frac{\partial\omega}{\partial l}+$$

$$+\frac{gn^2}{\alpha}\frac{\left(\frac{b}{h}+h\sqrt{1+m^2}\right)^{1+2y}}{(b+mh)^{2y}}+(2-a)\frac{(b+mh)}{Q}\frac{dQ}{dl}. \quad (10)$$

Для траншеи прямоугольного поперечного сечения $m=0$ и уравнение (10) принимает вид:

$$\frac{db}{dl}=\frac{g}{\alpha}\frac{h^2b^2}{Q^2}\frac{dz}{dl}-h^{-1}\frac{\partial\omega}{dl}+\frac{gn^2\left(\frac{b}{h}+2\right)^{1+2y}}{\alpha b^{2y}}+(2-a)\frac{b}{Q}\frac{dQ}{dl}. \quad (11)$$

Граничные условия могут быть определены:

а) через допустимую скорость в конце траншеи, обеспечивающую минимальные размеры сечения; б) из условий установления в конечном сечении траншеи критической глубины; в) из условия принятия конечного сечения траншеи одинаковым с поперечным сечением водовода, сопрягающегося с траншеей, при соблюдении допустимых скоростей.

Интегрирование дифференциального уравнения (8) или его частных случаев, учитывая закон изменения глубины потока по зависимости (3), производится на ЭВМ методом конечных разностей. Расчет по предлагаемой методике обеспечивает во всех сечениях траншейного водосброса соблюдение условия затопления гидравлического прыжка. В общем случае задачу можно решить при любом законе изменения глубины потока по пути.

ЕрПИ им. К. Маркса

10. I. 1984

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агроскин И. И.* и др. Гидравлика.— М.—Л.: Госэнергоиздат, 1954.— 484 с.
2. *Токмаджян О. В.* Расчет неравномерного движения жидкости в открытых руслах с заданной свободной поверхностью.— Изв. АН АрмССР, (сер. ТН), 1982, т. XXXV, № 2, с. 40—45.