

Обладая удельными энергетическими характеристиками ветропотока данного района, легко подсчитать годовую выработку электроэнергии, получаемой с помощью какой-либо из существующих промышленных ВЭУ. Так, рассмотрим ВЭУ типа *Nibe* (Дания) с коэффициентом использования ветра 0,42 и поверхностью ометания 1257 м². В случае установки в районе Сисианского перевала данного ВЭУ максимальная годовая выработка электроэнергии составит 1659 МВт·ч. Следовательно, в случае установки 600 подобных ВЭУ в этом и других перспективных районах возможна годовая выработка 1 млрд кВт·ч электроэнергии. А в случае размещения 1,5—2 тысяч современных ВЭУ средних мощностей в перспективных районах Армении возможна выработка 1,5—2 млрд кВт·ч электроэнергии в год. Такое количество установленных ВЭУ не является нереальным в случае принятия государственной программы развития ветроэнергетики. Так, в Дании на 1986 год было установлено 1,5 тыс. ВЭУ и ежегодно сдается в эксплуатацию около 200 новых, а в США (шт. Калифорния) на тот же год было установлено свыше 15 тыс. ВЭУ средних мощностей с суммарной установленной мощностью более 600 МВт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марджанян А. А., Петросян Г. С. Оценка ветроэнергетического потенциала Армении // Энергетика и электрификация. Сер. Сооружение гидроэлектростанций: Экспресс-информ. — 1988. Вып. 12. — Стр. 16—21.
2. Лягсер В. М. Ветровые электростанции большой мощности. — Информацион. 1987. — 72 с.
3. Рендо Л. Ветроэнергетика. М.: Мир, 1982. — 271 с.
4. Johnson G. L. Wind Energy Systems. N. Y.: Grapace-Hill. — 1985. — 100 с.

ЕрПИ им. К. Маркса

№ IV.1989

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLIII, № 1, 1990, с. 181—184

ГИДРАВЛИКА

УДК 532.513.627

Л. Н. ВЫСОЦКИЙ, Г. А. ГРИГОРОВИЧ, О. В. ТОКМАДЖЯН,
Ф. Т. СУНЦАЛЯЕВ

К РАСЧЕТУ ТРАНШЕЙНОГО ВОДОСБРОСА

На основе трехмерной математической модели бурных потоков разработана метод гидравлического расчета траншейного водосброса новой конструкции. Расчет производится численными методами на ЭВМ.

Ил. 1. Библиогр. 2 назв.

Օգտագործվելով բուռն հոսանքի եռաչափ խառնուրդի մաթեմատիկական մոդելը՝ մշակված է նոր կառուցվածքի խրամուղային ջրհեռի հիդրավիկական խառնուրդի եզանակ, որը կառուցվում է թվային մեթոդներով էՎՄ-ի սկզբնական:

Во многих случаях транспортирование потока в бурном состоянии ($F_r > 1$) оказывается экономически целесообразным, т. к. при этом геометрические размеры водопроводящего тракта позволяют принимать компактные проектные решения. Помимо экономии средств на самом сооружении достигается дополнительный выигрыш из-за сокращения разработок скального грунта. Тем не менее при проектировании ряда гидротехнических сооружений от такой возможности проектировщики отказываются, что объясняется неблагоприятной реакцией высокоскоростного потока на попытку его резкой деформации. Последняя приводит к образованию косых волн, прыжков и других явлений, которые сводят на нет возможность получения желаемого эффекта. В частности, это проявляется при проектировании траншейных водосбросов.

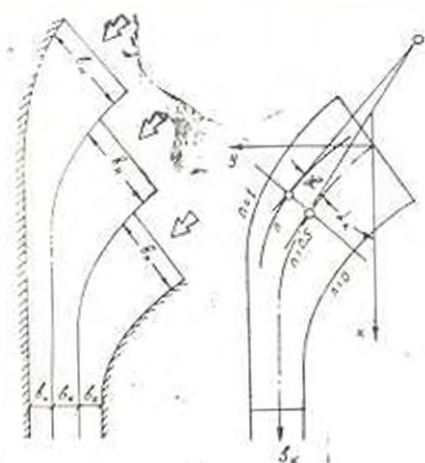


Рис.

Как правило, гидравлический расчет траншейных водосбросов производят на базе одномерной математической модели потока с изменяющимся по его длине расходом [1], при этом влияние поперечной циркуляции не учитывается. В настоящее время разработаны достаточно эффективные методы гидравлического расчета безотрывного течения бурного потока по криволинейным поверхностям в трехмерной постановке [2]. Использование соответствующей математической модели бурного потока позволяет произвести гидравлический расчет новой конструкции траншейного водосброса, свободной от перечисленных недостатков. Они устраняются за счет обеспечения безотрывного течения бурного потока в пределах всего сооружения без нежелательных волнообразований.

Обычно фронт водослива располагается под некоторым углом к оси отводящего русла. При этом ширина фронта водослива в несколько раз превышает ширину отводящего русла, поэтому в пределах траншеи необходимо осуществить плавный поворот бурного потока при одновременном его сужении. В некоторых случаях целесообразно расчленять траншейный водосброс по ширине и делать его составным, состоящим из нескольких участков (рис.).

Осуществить гидравлический расчет и определить конфигурацию предлагаемой конструкции траншейного водосброса можно с использованием математической модели, применяемый в теории управления бурными потоками [2]. Эта модель включает систему уравнений в специальной криволинейной системе координат. В нее входят:

1. Уравнение свободной поверхности—

$$z = z_k + \int_0^y A \left[\frac{\partial z}{\partial s_k} B - \frac{C}{\frac{\partial^2 z}{\partial s_k^2} + D \frac{\partial z}{\partial s_k} + \frac{1}{F + \left(\frac{\partial z}{\partial s_k} \right)^2} + \frac{1}{\Pi}} \right] dn, \quad (1)$$

где

$$A = \frac{db}{dn} \cos \alpha, \quad B = \frac{\rho_k \sin \alpha}{\rho_k + b}, \quad F = \left(\frac{\rho_k + b}{\rho_k \cos \alpha} \right)^2,$$

$$C = \frac{\cos \alpha}{\rho_k + b} \left\{ 1 - \frac{1}{F} \left[(\rho_k + b) \frac{d^2 b}{ds_k^2} - \left(\frac{db}{ds_k} \right)^2 - \frac{b \rho_k}{\cos \alpha_k} \left(\frac{d^3 y_k}{ds_k^3} + \frac{\sin \alpha_k}{\rho_k^2} \right) \frac{db}{ds_k} \right] \right\},$$

$$D = - \frac{\rho_k \cos^2 \alpha}{\rho_k + b} \left[\frac{db}{ds_k} \left(\frac{\rho_k}{\rho_k + b} \cdot \frac{d^2 b}{ds_k^2} + \frac{1}{\rho_k} \right) + \frac{b}{\cos \alpha_k} \left(\frac{d^3 y_k}{ds_k^3} - \frac{\sin \alpha_k}{\rho_k^2} \right) \right],$$

$$\Pi = \frac{v^2}{gL_0}, \quad \alpha_k = \arcsin \frac{dy_k}{ds_k}, \quad \rho_k = \frac{dz_k}{ds_k},$$

v — скорость, L_0 — характерная длина, $b = \sum_{i=0}^m a_i s_k^i$ — уравнение изменения ширины потока в плане, $y_k = \sum_{j=0}^l c_j s_k^j$ — уравнение плана граничной линии тока;

2. Уравнение распределения давления по глубине—

$$\frac{\partial p}{\partial h} = 1 + 0,5 \frac{\frac{\partial \Pi}{\partial s_k} \cdot \frac{\partial z}{\partial s_k}}{F + \left(\frac{\partial z}{\partial s_k} \right)^2} + \frac{\Pi F \left(\frac{\partial^2 z}{\partial s_k^2} + D \frac{\partial z}{\partial s_k} \right)}{\left[F + \left(\frac{\partial z}{\partial s_k} \right)^2 \right]^2} + \frac{T \frac{\partial z}{\partial s_k}}{g \sqrt{F + \left(\frac{\partial z}{\partial s_k} \right)^2}}, \quad (2)$$

где p — безразмерное давление, ρ — плотность жидкости, h — глубина, $z = z(s_k, \psi)$ — уравнение продольного профиля линии тока, ψ — параметр;

3. Уравнение Д. Бернулли —

$$z + p + \Pi + h_{тр} = B(\psi, n), \quad (3)$$

где $h_{тр}$ — безразмерные потери, $B(\psi, n)$ — константа Бернулли;

4. Уравнение неразрывности —

$$dh = dh_n - \frac{v_n \cos \alpha_n \cos \beta_n db_n}{v \cos \alpha \cos \beta db}, \quad (4)$$

где $\beta = \arctg\left(\frac{\partial z}{\partial x_n}\right)$ (индексом „n“ помечены величины в начальном сечении).

Система безразмерных уравнений (1) — (4) замкнута и позволяет решать задачи о безотрывном течении жидкости по криволинейной поверхности как в прямой, так и обратной постановках. При расчете рационально решать обратную задачу. Для этого задаются параметры потока в начальном и конечном сечениях, рассчитывается план поверхностных линий тока с учетом перераспределения расходов по ширине потока, определяются отметки свободной поверхности потока, а затем — отметки дна сооружения [2]. Для решения системы уравнений используются численные методы, реализуемые с помощью ЭВМ.

Предложенная математическая модель траншейного водосброса новой конструкции допускает при численной реализации применение итерационных процедур, методов конечных элементов, прямых и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидский С. М. Гидравлические расчеты гидротехнических сооружений — М.: Энергия, 1979. — 336 с.
2. Вильямс Л. Н. Управление бурными потоками на водосбросах — М.: Энергия, 1977. — 278 с.

ИЦ ИТГМ «Армения»

10. VII. 1989