

На больших водоемах при ширине поперечного сечения русла больше 400 м. отмечается увеличение гидравлически невыгоднейшей ширины прорези. Однако в связи с увеличением скоростей в пределах судоходной прорези ее заносимость уменьшается и повторность дноуглубительных работ падает, что приведет к положительным результатам и экономии средств на поддержание водного пути.

А.А. Гоголева, В.П. Куликов  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## РАСЧЁТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДОТОКА НА ВОДОСЛИВЕ С НАКЛОННЫМ ГРЕБНЕМ

На малых гидроузлах встречаются достаточно широко водосливы с широким порогом прямоугольного типа и автоматического действия. Такие водосливы в период половодья работают с большим напором  $H$ , в летний меженный период уровень свободной поверхности водохранилища определяется отметкой гребня водослива. При выпадении дождя в пределах водосборного бассейна уровень воды водохранилища немного повышается, через водослив перетекает определённый расход. Но, как показывает практика эксплуатации таких гидроузлов, повышение уровня воды в водохранилище чаще всего незначительное и при этом сам водослив играет роль обеспечения пропуска расхода воды и роль преграды для сброса плавающего мусора и поверхностного слоя сине-зелёных водорослей. В результате вода водохранилища становится излишне загрязнённой и не отвечающей интересам населения для отдыха.

По этой причине для интенсификации сброса плавающего мусора и сине-зелёных водорослей в нижний бьеф, но без увеличения пропускного расхода представляется интересным применение водослива с наклонным гребнем и размерными параметрами водослива с широким порогом. Схема такого водослива представляется на рисунке 1. Угол наклона сливной грани  $\theta$ . Расход воды летней межени, обеспечивающей пропуск плавающего мусора и сине-зелёных водорослей из водохранилища через пониженную зону наклонной сливной грани определяется уровнем воды летней межени водохранилища (УВЛМ) с высотой напора  $h$ . При этом напоре на пороге водослива устанавливается равномерный режим движения потока.

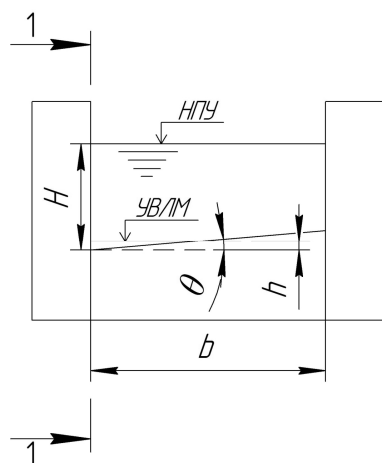


Рис. 1. Схема водослива с наклонным гребнем

Так как потерей напора по длине вдоль порога водослива пренебрегают, то свободную поверхность потока в пределах наклонного порога на затопленном участке считают горизонтальной. На рис. 2 представлены разрезы 1-1 и 2-2 водослива с гидравлическими параметрами водотока. На разрезе 1-1 глубины воды  $h_1 = h_2$ . Для определения этих глубин предлагается способ Б.А. Бахметева, относящийся к водосливам с широким порогом и горизонтальным гребнем [1].

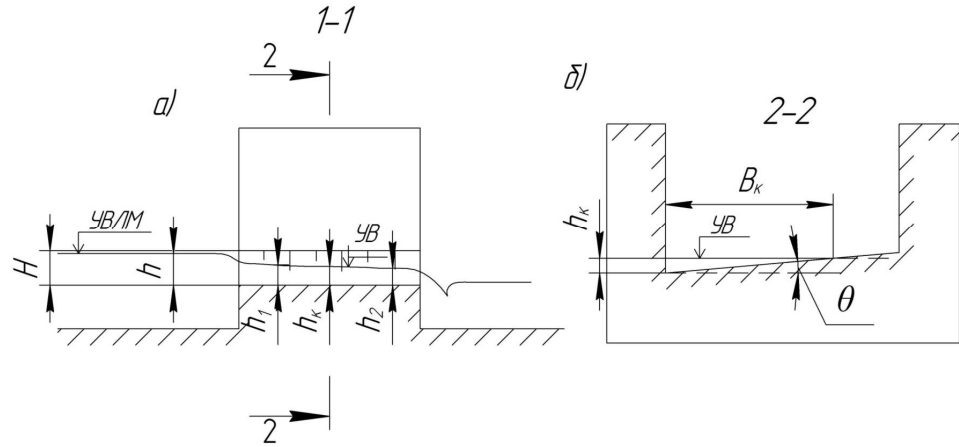


Рис. 2. Продольный и поперечный разрезы водослива с гидравлическими параметрами

Согласно Б.А. Бахметеву на пороге водослива в каждом сечении устанавливается такая глубина, которой соответствует минимум удельной энергии сечения. Исходя из этого, глубина в сечении 1-1 на пороге водослива принимается равной  $h_k$ . Затопление водослива распространяется на расстояние:

$$B_k = \frac{h_k}{\operatorname{tg}\theta} \quad (1)$$

Принято условие, что поверхность потока строго горизонтальна, из этого следует, что площадь живого сечения равна:

$$\omega_k = \frac{1}{2} \cdot \frac{h_k^2}{\operatorname{tg}\theta} \quad (2)$$

Для русел любого поперечного сечения предложено расчётное выражение определения критической глубины [1]:

$$\frac{\omega_k^3}{B_k} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g}, \quad (3)$$

где  $\alpha$  – коэффициент коррективы кинетической энергии;  
 $g$  – ускорение свободного падения.

Подставляя выражения (1) и (2) в уравнение (3), после преобразования получается величина  $h_k$  для треугольного живого сечения:

$$h_k = \sqrt[5]{\frac{8\alpha \cdot Q^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \theta}{g}} \quad (4)$$

Средняя скорость транзитного потока на наклонном гребне водослива равна:

$$v = \frac{2 \cdot Q \cdot \operatorname{tg} \theta}{h_k^2} \quad (5)$$

Практика показывает, что при скорости потока  $v = 0,7$  м/с плавающий мусор и сине-зелёные водоросли из водохранилища перетекают в нижний бьеф, облагораживая водный бассейн водохранилища.

В выражении (5) для определения скорости потока на водосливе участвуют 2 взаимозависимые величины  $Q$  и  $h_k$ . Так как не имеется расчётных зависимостей для определения величины расхода на водосливе с наклонным гребнем, в работе предлагается приближённый подход расчёта этой величины на основе формулы прямоугольного водослива с широким порогом. Для этого часть наклонного гребня заменяется прямоугольными участками в виде уступов (рис. 3).

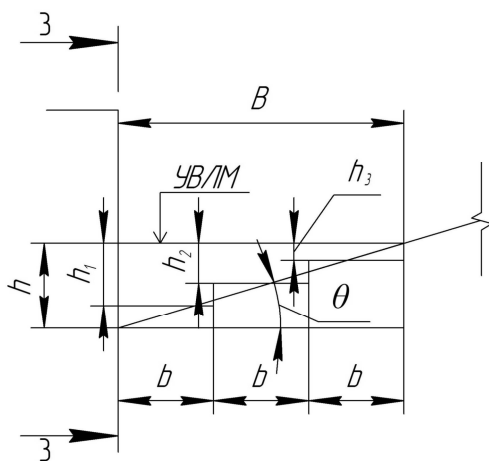


Рис. 3. Схема разбиения зоны подхода участка со стороны водохранилища к водосливу с наклонным гребнем

Расчёт ведётся в следующей последовательности:

1. Задаётся величина напора  $h$ , м;
2. Вычисляется величина  $B$ , определяющая подтопление водохранилищем входного порога водослива:

$$B = h / \operatorname{tg} \theta$$

Величина  $B$  разбивается на определённое число участков длиной  $b$ ;

3. Для каждого из участков вычисляют величины напора  $h_i$ ;
4. Определяется величина расхода для каждого из участков по формуле:

$$Q_i = m \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h_i^{3/2} \quad (6)$$

где  $m = 0,32$  – коэффициент расхода;

5. Вычисляется полный расход  $Q$

$$Q = \sum Q_i$$

Полученная величина расхода  $Q$  даёт возможность вычислить величину  $h_k$  по формуле (4) и соответственно определить скорость  $U$  по формуле (5).

Таких попыток для получения величины скорости  $U = 0,7$  м/с приходится использовать несколько, начиная с задания величины максимального подтопления водослива  $h$ . Для этого предусматривается использование графоаналитического метода расчёта.

По результатам предложенного метода расчёта величины требуемой скорости потока 0,7 м/с на гребне водослива выполняется пример для водослива с углом наклона  $\theta = 10^\circ$ . Для этого предварительно задаются значения напора  $h$  величиной 0,12; 0,13 и 0,15 м. Этим величинам соответствуют определённые значения критических глубин  $h_k$  по формуле (4) и значения скоростей потока по зависимости (5). На рисунке 4 по расчетным параметрам  $h$  и  $V$  строится график зависимости  $h = f(V)$ , из которого определяется истинное значение напора на гребне водослива  $h = 0,148$  м.

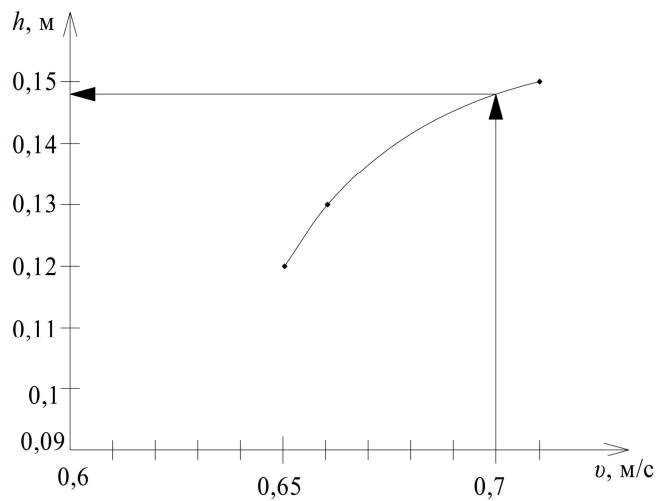


Рис. 4. График для определения напора на водосливе

**Список литературы:**

[1] Чугаев Р.Р. Гидравлика. Техническая механика жидкости / Р.Р.Чугаев – Л.: Энергия. 1975. – 600 с.

*А.К. Ишков, А.А. Дорош*  
 ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ВОДЫ  
 С ПОМОЩЬЮ ОБЪЕМНОГО ПОПЛАВКА**

Идея «объемный поплавок» существует давно, однако применение на практике сильно ограничено техническими сложностями. В то же время эти трудности преодолимы при лабораторных исследованиях. Достаточно проработанная методика измере-