

Пренебрегая длиной прыжка по сравнению с координатой, определяющей его местоположение, найдем поперечное сечение канала, в котором глубины, принадлежащие кривым  $c_1$  и  $b_1$  являются сопряженными глубинами. Для этого в каждом поперечном сечении потока глу-

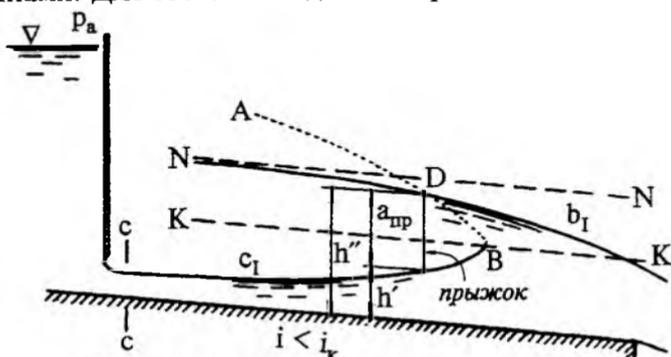


Рис. 11.7. Определение местоположения гидравлического прыжка

бину, определяемую кривой  $c_1$ , положим равной первой сопряженной и, используя уравнение прыжка (11.7) или график прыжковой функции, найдем вторую сопряженную. Построив эти глубины в каждом сечении, получим кривую вторых сопряженных глубин АВ. Точка пересечения D кривых АВ и  $b_1$  определит поперечное сечение канала, в котором будет располагаться гидравлический прыжок. При других условиях образования прыжка процедура определения его местоположения аналогична.

## ГЛАВА 12

### ВОДОСЛИВЫ

#### 12.1. Основная терминология и классификации водосливов

Ранее рассматривалось истечение из отверстия в стенке резервуара при условии, что оно находится ниже уровня свободной поверхности. При этом скорость истечения  $v$  согласно уравнению Бернулли была пропорциональна  $\sqrt{2gH}$ . Отверстие, расположенное вблизи свободной поверхности жидкости в резервуаре, так, что на всем участке потока, где течение определяется наличием отверстия, движение жидкости безнапорное, т.е. свободная поверхность потока не имеет разрыва, называется водосливным; стенка, в которой имеется водосливное отверстие, называется водосливной стенкой, или просто *водосливом* (рис. 12.1).

Область потока, расположенная выше по течению от водосливной стенки, называется *верхним бьефом*, и уровень воды обозначается УВБ; область ниже по течению — *нижним бьефом*, и уровень воды соответственно обозначается УНБ.

Рассматривая течение через водослив в продольном разрезе, отметим следующие характеристики водослива.

1. Отметка наиболее низкой точки водосливного отверстия называется *отметкой гребня водослива* (см. рис. 12.1).

2. Свободная поверхность воды в резервуаре понижается по мере приближения к водосливной стенке, через которую происходит истечение

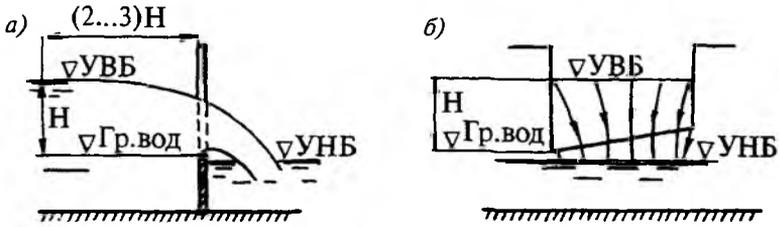


Рис. 12.1. Истечение через водосливную стенку:  
а — продольный разрез потока; б — вид с нижнего бьефа

ние. Разность между отметкой свободной поверхности в резервуаре, где этим понижением можно пренебречь, и отметкой гребня водослива называется *напором на водосливе* и обозначается  $H$ . Как показывают эксперименты, свободная поверхность практически горизонтальна на расстоянии более чем  $(2-3)H$  от гребня водослива.

3. Если гребень водослива представляет собой горизонтальную площадку  $bc$  (рис. 12.2, а, б, в), то размер этой площадки  $\delta$  в направлении движения жидкости называется *шириной водослива*, или *шириной порога* (водослива), так как водосливную стенку иногда называют порогом.

В зависимости от отношения  $\delta/H$  возможны три различные формы истечения через водосливы.

1. Струя жидкости формируется только напорной гранью  $ab$  (рис. 12.2, а), а размеры и форма других граней ( $bc$  и  $cd$ ) не оказывают влияния на исте-

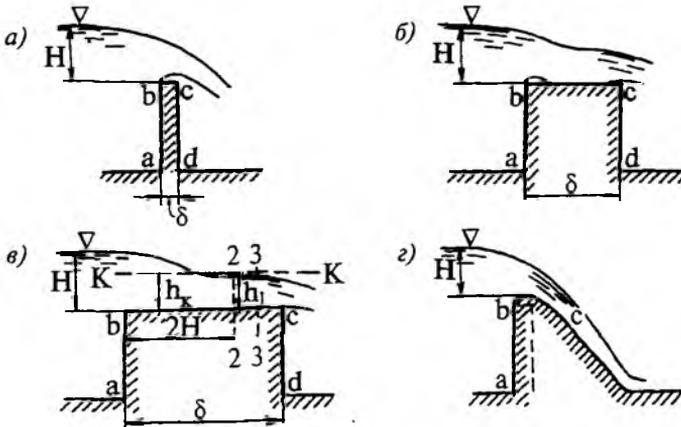


Рис. 12.2. Классификация водосливов по форме порога:  
а — с тонкой стенкой; б — практического профиля;  
в — с широким порогом; г — практического профиля  
(очертание Кригера—Офицерова)

чение и в конечном итоге на расход через водослив; такие водосливы называются *водосливами с тонкой стенкой*. Критерием, определяющим, будет ли водосливная стенка тонкой, является условие  $\delta/H < 0,5$ .

2. Если горизонтальный гребень водослива достаточно велик (рис. 12.2, в), то в пределах водосливного отверстия образуется участок плавноизменяющегося движения (между сечениями 2—2 и 3—3), причем сечение 2—2 расположено на расстоянии около  $(1,5-2)H$  от грани аб, а сечение 3—3 — на расстоянии приблизительно  $0,25H$  от грани cd. Вместе с тем, продольный размер  $\delta$  грани bc должен быть сравнительно небольшой, чтобы можно было пренебречь потерями напора по длине в пределах

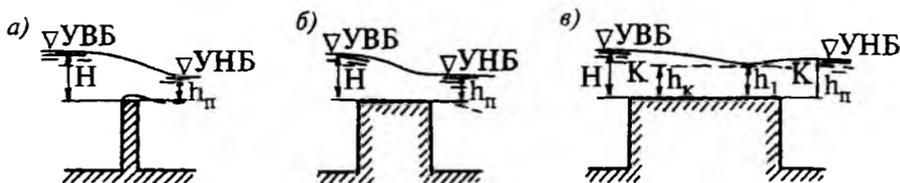


Рис. 12.3. Подтопленные водосливы: а — с тонкой стенкой; б — практического профиля; в — с широким порогом

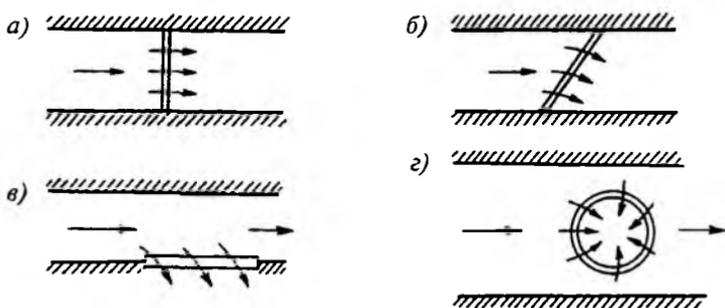


Рис. 12.4 Классификация водосливов по их плановому очертанию: а — прямой; б — косой; в — боковой; з — кольцевой (шахтный)

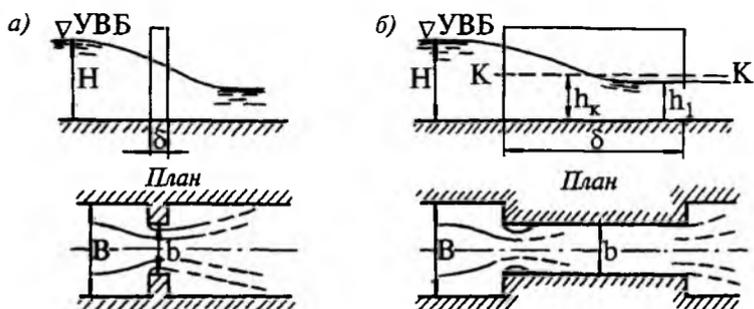


Рис. 12.5. Водосливы без порога: а — щелевой; б — с широким порогом

водослива по сравнению с местными потерями, так что на участке от 2—2 до 3—3 свободная поверхность практически горизонтальна. Такие водосливы называются водосливами с широким порогом. Критерием, позволяющим выделить такие водосливы, является условие  $2 < \delta/H < 8$ .

3. Водосливы, не относящиеся к этим двум видам, называются водосливами практического профиля (рис. 12.2, б и г). Они характеризуются тем, что, с одной стороны, истечение через них формируется не только

напорной гранью  $ab$  (размеры и форма других граней тоже оказывают влияние на истечение), а с другой стороны, при истечении через них не образуется участок с горизонтальной свободной поверхностью. К этому виду относятся также все водосливы, не имеющие горизонтальной грани и не относящиеся к водосливам с тонкой стенкой. Эти водосливы получили название вследствие своей большой распространенности в гидротехническом строительстве. Один из водосливов этого вида, стенка которого имеет очертание, представленное на рис. 12.2,г и называемое очертанием Кригера—Офицерова по именам предложивших его ученых, пропускает при заданном напоре  $H$  через водослив наибольший расход.

При описании истечения через водосливы предполагалось, что уровень воды в нижнем бьефе не оказывает влияния на истечение через водослив. Такие водосливы называются *неподтопленными*. Если же уровень воды в нижнем бьефе достаточно высок и оказывает влияние на истечение через водослив, такие водосливы называются *подтопленными* (рис. 12.3).

Кроме приведенных выше классификаций, водосливы различают по очертанию и по положению водосливной стенки (точнее — ее гребня) в плане. Основные типы водосливов согласно этой классификации представлены на рис. 12.4.

Особый класс представляют собой водосливы, у которых отметка порога совпадает с отметкой дна резервуара в верхнем бьефе (водосливы без порога), а отверстие образовано боковыми стенками (рис. 12.5).

## 12.2. Формулы для расхода воды через водосливы

Структура расчетных формул для определения расхода через неподтопленные водосливы основана на предпосылках, которые сформулируем для водосливов с тонкой стенкой и с широким порогом (рис. 12.6):

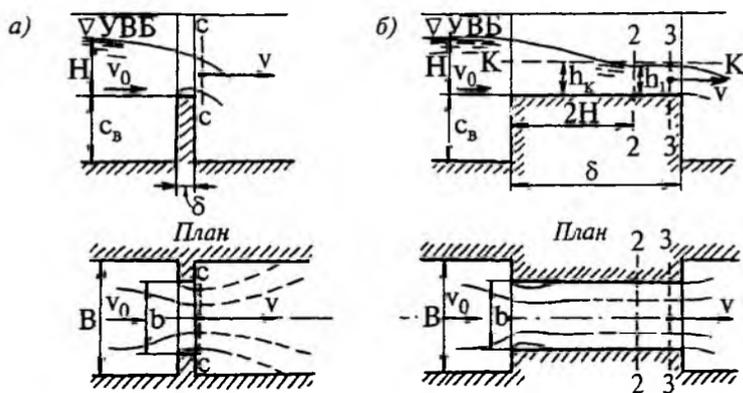


Рис. 12.6. Расчетные схемы водосливов:

а — с тонкой стенкой; б — с широким порогом

а) в некотором расчетном сечении, где движение можно считать плавноизменяющимся (для водослива с тонкой стенкой это сечение с—с, а для водослива с широким порогом — 2—2 или 3—3), средняя скорость

согласно уравнению Бернулли (см. гл. 8) определяется по формуле  $v = \varphi\sqrt{2gH}$ , где  $\varphi$  — коэффициент скорости, который учитывает местные потери напора на участке выше по течению от указанного сечения;

б) площадь этого сечения определяется геометрическими размерами и формой водосливного отверстия и линейно зависит от напора на водосливе, т.е.  $\omega = \varepsilon k b H$ , где  $k$  учитывает влияние формы и вертикального размера порога  $c_B$  на вертикальный размер расчетного сечения, а  $\varepsilon$  учитывает влияние относительного сужения потока в плане  $b/B$  и формы кромок вертикальных стенок отверстия, обтекаемых потоком;  $\varepsilon$  называют *коэффициентом бокового сжатия*, причем, если  $b/B = 1$ , то и  $\varepsilon = 1$ .

Расход через водослив при сделанных предположениях составляет

$$Q = \omega v = \varepsilon k b H \varphi \sqrt{2gH} = \varepsilon k \varphi b \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}. \quad (12.1)$$

Поскольку значения  $k$  и  $\varphi$  зависят от одних и тех же величин (размеров и формы порога), их произведение обозначают через  $m$  и называют *коэффициентом расхода водослива*. При этом основная формула для расчета расхода через неподтопленные водосливы принимает вид

$$Q = \varepsilon m b \sqrt{2g} H^{3/2}. \quad (12.2)$$

Эта формула, полученная применительно к водосливам с широким порогом и с тонкой стенкой, используется без специального обоснования и для водосливов практического профиля.

В справочной литературе имеются обширные материалы, полученные экспериментальным путем, для определения коэффициентов расхода  $m$  и сжатия  $\varepsilon$ . Полезно помнить, что для водосливов с широким порогом  $m \approx 0,32—0,35$ , для водосливов с тонкой стенкой  $m \approx 0,40$ , а для водосливов практического профиля:

а) прямоугольных:  $m \approx 0,42—0,44$ ;

б) очертания Кригера—Офицерова:  $m \approx 0,48—0,52$ .

**Примечания.**

1. При расчете водосливов с широким порогом и практического профиля часто формулу (12.2) записывают в виде

$$Q = \varepsilon m b \sqrt{2g} H_0^{3/2}, \quad (12.3)$$

где  $H_0 = H + \frac{\alpha v_0^2}{2g}$ ,  $v_0 = \frac{Q}{B(c_B + H)}$  — скорость на подходе к водосливу.

При этом задачу определения расхода  $Q$  решают методом последовательных приближений, полагая в нулевом приближении  $v_0 = 0$ .

2. Глубина на пороге неподтопленного водослива с широким порогом  $h_1$  оказывается несколько меньше критической глубины  $h_k$ . Обычно принимают  $h_1 = (0,45—0,50)H$ .

### 12.3. Водослив Кригера—Офицерова

Водосливная стенка Кригера—Офицерова очерчивается так, чтобы ее поверхность ниже по течению от точки  $b$  до точки  $c$  (см. рис. 12.2,з) совпадала с нижней поверхностью тока струи, переливающейся через водослив с тонкой стенкой высотой  $ab$ . При этом обеспечиваются ми-

нимальные местные потери напора и соответственно максимальный коэффициент расхода.

При изменении напора на водосливе с тонкой стенкой изменяется и положение поверхности тока, ограничивающей поток: с увеличением напора увеличивается дальность отлета струи (рис. 12.7). Если водосливная стенка Кригера—Офицерова очерчена по нижней поверхности тока  $bc$  при некотором напоре  $H_1$ , то при этом напоре давление на водосливной поверхности будет близко к атмосферному. В этом случае стенка Кригера—Офицерова называется *безвакуумным водосливом нормального очертания*. Напор, при котором *нижняя* поверхность тока определяет очертание стенки Кригера—Офицерова, называется *профилирующим* напором (в рассматриваемом случае  $H_{\text{проф}} = H_1$ ).

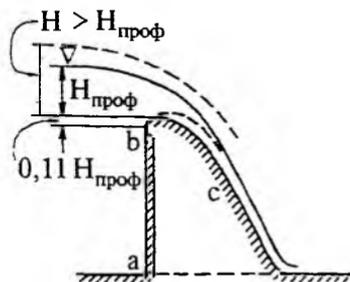


Рис. 12.7. Водосливная стенка Кригера—Офицерова

При напорах  $H < H_{\text{проф}}$  давление на поверхности  $bc$  больше атмосферного, и в этом случае стенка называется *безвакуумным водосливом с уширенным гребнем*.

При напорах  $H > H_{\text{проф}}$  поток будет “стремиться” оторваться от водосливной поверхности  $bc$ , давление на этой поверхности будет меньше атмосферного (вакуум). В этом случае стенка называется *вакуумным водосливом*. Если, например, при  $H > H_1$  вакуум превзойдет допустимое значение, то поток оторвется от водосливной поверхности  $bc$ , и водослив будет работать как тонкая стенка (истечение через него будет определяться только напорной гранью стенки  $ab$ ).

Вакуум на поверхности  $bc$  создает дополнительное “подсасывающее” воздействие на поток (см. гл. 8 о влиянии вакуума на истечение из насадков), и поэтому коэффициент расхода водослива Кригера—Офицерова увеличивается с увеличением напора. Эта зависимость представляется в виде

$$m = m_r \sigma_H \sigma_\phi, \quad (12.4)$$

где  $m_r = 0.504$  — коэффициент расхода при профилирующем напоре;

$\sigma_H = f\left(\frac{H}{H_{\text{проф}}}\right)$  — коэффициент полноты напора, который изменяется

от 0,9 до 1,1;  $\sigma_\phi$  — коэффициент формы (см. разд. 12.6).

Сходная закономерность в изменении коэффициента расхода водосливов практического профиля от напора проявляется не только для стенки Кригера—Офицерова, но и для стенок другой формы (прямоугольных, трапецидальных и др.). В этих случаях напор  $H_{\text{проф}}$  обычно назначают близким к горизонтальному размеру гребня водослива и

экспериментально устанавливают зависимость  $\sigma_H = f\left(\frac{H}{H_{\text{проф}}}\right)$ .

## 12.4. Критерии подтопления и расчет подтопленных водосливов

Важной характеристикой для оценки влияния нижнего бьефа на истечение через водослив является разность между отметкой уровня воды в нижнем бьефе и отметкой гребня водослива, которая называется *глубиной подтопления* и обозначается  $h_n$ . Для того, чтобы определить, является ли водослив подтопленным, для каждого вида водослива существуют так называемые критерии подтопления:

для водослива с тонкой стенкой должны одновременно выполняться два условия:

а)  $h_n > 0$ ;

б) спокойный режим во всем нижнем бьефе;

для водослива с широким порогом

$$h_n > (0,75 - 0,85)H_0; \quad (12.5)$$

большие значения следует принимать при  $m = 0,38$ , а меньшие при  $m = 0,35$ ;

для водослива практического профиля единого критерия нет, а имеется набор эмпирических кривых, позволяющих через коэффициент подтопления  $\sigma_n$  учесть влияние нижнего бьефа на истечение; эти кривые приводятся в справочниках.

После того как с помощью указанных критериев установлено, что рассматриваемый водослив является подтопленным, связь расхода через него с напором определяется следующим образом.

Для водосливов с тонкой стенкой и практического профиля (см. примечание в конце разд. 12.2) формула расхода сохраняет структуру (12.3), а влияние нижнего бьефа учитывается с помощью коэффициента подтопления  $\sigma_n$ :

$$Q = \sigma_n \epsilon m b \sqrt{2g} H^{3/2}; \quad (12.6)$$

для  $\sigma_n$  имеются формулы и графики, устанавливающие его величину в зависимости от вида водосливной стенки и отношения  $h_n/H$ .

Для водослива с тонкой стенкой  $\sigma_n$  вычисляются по формуле

$$\sigma_n = 1,05 \left( 1 + 0,2 \frac{h_n}{c_n} \right) \sqrt[3]{\frac{Z}{H}},$$

где  $c_n$  — высота стенки;  $Z$  — разность отметок воды в верхнем и нижнем бьефах.

Для водосливов практического профиля  $\sigma_n$  определяется по графику (см. разд. 12.6).

Для подтопленного водослива с широким порогом исходные предпосылки, используемые при обосновании структуры формулы (12.3), оказываются неприемлемыми. Здесь глубина на пороге  $h_1$  зависит от глубины воды в нижнем бьефе, а не только от  $H$ . Формула для расчета расхода при этом имеет вид

$$Q = \varphi_n b h_1 \sqrt{2g(H_0 - h_1)}. \quad (12.7)$$

Для определения коэффициента скорости подтопленного водослива  $\varphi_n$  и глубины  $h_1$  имеются графики и таблицы в справочной литературе (см. табл. 12.7).

## 12.5. Измерение расхода воды с помощью водосливов

Однозначная зависимость между расходом и напором на водосливе, устанавливаемая водосливной формулой, является основанием для использования водосливных стенок как простого и надежного средства измерения расхода воды. Обычно для этого неподтопленный водослив с тонкой стенкой устанавливают в конце достаточно длинного канала, в котором следует обеспечить равномерное движение воды (рис. 12.8).



Рис. 12.8. Измерение расхода с помощью водослива: а — продольный разрез лотка для измерения расхода; б — вид нижнего бьефа прямоугольного водослива; в — вид нижнего бьефа треугольного водослива

На расстоянии  $l > 3H_{\max}$ , где  $H_{\max}$  — это напор, отвечающий максимальному расходу, на который рассчитан этот водослив, устанавливают измерительную иглу (тастер). Измерив отметку воды при фиксированном расходе и вычитая из нее отметку гребня водослива (которую часто называют “ноль водослива”), определяют напор  $H$  на водосливе, а затем либо по водосливной формуле (12.3), либо по графику, построенному на ее основе (тарировочная кривая), находят величину расхода  $Q$ .

При измерении сравнительно малых расходов напор на водосливной стенке настолько мал, что истечение через прямоугольный водослив с тонкой стенкой становится неустойчивым: струя, имея маленькую скорость на гребне водослива, “прилипает” к водосливной стенке иногда по всему фронту водослива, иногда на части его. Истечение с прилипшей струей является неустойчивым, так как вакуум, образующийся между струей и стенкой, может эпизодически “срываться”, вследствие проникновения атмосферного воздуха под струю. В результате нарушается зависимость между напором и расходом, устанавливаемая водосливной формулой.

Для улучшения качества водослива как измерительного средства при малых расходах вместо прямоугольной водосливной стенки (рис. 12.8, б) в канале устанавливают треугольную стенку (рис. 12.8, в). При истечении через треугольную стенку площадь сечения потока вблизи гребня будет пропорциональна  $H^2$  (а не  $H$ , как у прямоугольной стенки), и поэтому расход через треугольный водослив пропорционален  $H^{5/2}$ . Водосливная формула для треугольного водослива имеет вид

$$Q = 0,32 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} H^{5/2}, \quad (12.8)$$

где  $\alpha$  — угол при вершине треугольника (рис. 12.8, в). При  $\alpha = 90^\circ$

$$Q = 0,32 \sqrt{2g} H^{5/2}.$$

Эта зависимость используется и для определения расхода  $Q$  при измеренном  $H$  и для построения тарировочной кривой  $Q = f(H)$ .

12.6. Справочные материалы для расчета водосливов практического профиля

Таблица 12.1

Коэффициент расхода  $m$  для трапецидальных профилей (рис. 12.9)

Тип профиля	$\frac{H}{\delta}$			
	0,5	1,0	1,5	2,0
<b>Высокий профиль (<math>c_B &gt; 3H</math>)</b>				
$s_B = 0; \quad s_H = 0$	0,32	0,36	0,39	0,41
$s_B = 0,5; \quad s_H = 0$	0,34	0,38	0,41	0,44
С закругленным входным ребром $r = (0,1-0,2)\delta$				
$s_B = 0; \quad s_H = 0$	0,34	0,38	0,41	0,44
<b>Профиль средней высоты (<math>2H &lt; c_B &lt; 3H</math>)</b>				
$s_B = 0; \quad s_H = 0$	0,32	0,36	0,39	0,42
$s_B = 1,0; \quad s_H = 0$	0,36	0,39	0,41	0,44
$s_B = 2,0; \quad s_H = 0$	0,37	0,40	0,41	0,44
$s_B = 0; \quad s_H = 1,0$	0,33	0,37	0,41	0,42
$s_B = 0; \quad s_H = 2,0$	0,33	0,36	0,40	0,42
<b>Низкие профили</b>				
$s_B = 0; \quad s_H = 0$	0,32	0,36	0,39	0,42
$s_B = 3,0; \quad s_H = 0$	0,36	0,40	0,41	0,42
$s_B = 10,0; \quad s_H = 0$	0,37	0,39	0,39	0,40
$s_B = 0; \quad s_H = 3$	0,34	0,36	0,38	0,40
$s_B = 0; \quad s_H = 10$	0,34	0,35	0,36	0,36

Коэффициент расхода для водосливной стенки Кригера—Офицерова (рис. 12.10)

$$m = m_r \sigma_H \sigma_\phi,$$

где  $m_r = 0,504 - 0,012 \frac{H_{\text{проф}}}{c_B}$ ;  $\sigma_H$  — коэффициент полноты напора определяется по табл. 12.2;  $\sigma_\phi$  — коэффициент формы, по табл. 12.3.

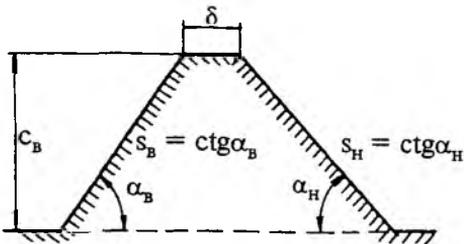


Рис. 12.9. Трапецидальный водослив практического профиля

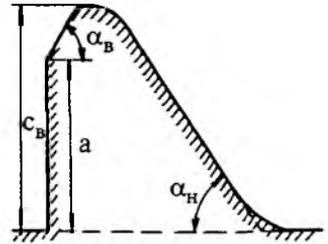


Рис. 12.10. Водослив практического профиля очертания Кригера—Офицерова

Таблица 12.2

**Коэффициент полноты напора  $\sigma_H$   
для безвакуумной водосливной стенки Кригера—Официрова**

H H <sub>проф</sub>	$\alpha_B$ , град							
	20	30	40	50	60	70	80	90
0,2	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0,84
0,4	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,90
0,6	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94
0,8	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,2	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
1,4	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,05
1,6	1,04	1,05	1,05	1,05	1,06	1,06	1,06	1,06
1,8	1,06	1,06	1,06	1,07	1,07	1,07	1,08	1,08
2,0	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,09	1,10

Таблица 12.3

**Коэффициент формы  $\sigma_\phi$   
для безвакуумной водосливной стенки Кригера—Официрова**

$\alpha_B$ , град	$\alpha_H$ , град	a/c <sub>B</sub>		$\alpha_B$ , град	$\alpha_H$ , град	a/c <sub>B</sub>		
		0	1,0			0	1,0	
15	15	0,88	0,93	55	45	0,98	0,99	
	30	0,91	0,97		60	0,99	1,00	
	45	0,92	0,99		75	15	0,93	0,93
	60	0,93	1,00			30	0,97	0,97
15	15	0,91	0,93	90	45	0,99	0,99	
	30	0,94	0,97		60	1,00	1,00	
	45	0,96	0,99		15	0,93	0,93	
	60	0,96	1,00		30	0,97	0,97	
55	15	0,92	0,93	45	0,99	0,99		
	30	0,96	0,97	60	1,00	1,00		

Примечание: при  $\alpha_H > 60^\circ$  значения  $\sigma_\phi$  надлежит принимать отвечающими  $\alpha_H = 60^\circ$ .

**Коэффициент бокового сжатия  $\varepsilon$**  принимает следующие значения: если боковые устои и быки, разделяющие водосливы, прямоугольные в плане и имеют нескругленные вертикальные ребра  $\varepsilon = 0,85$ ; для скругленных ребер  $\varepsilon = 0,95$ .

Если быки или устои выдвинуты в верхний бьеф на расстояние более  $2H$  от напорной грани водосливной стенки, то следует в любом случае принимать  $\epsilon = 1,0$ .

Коэффициент подтопления  $\sigma_n$  рассчитывают по графику на рис. 12.11.

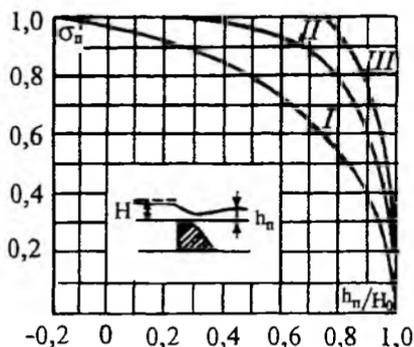


Рис. 12.11. График для определения коэффициента подтопления  $\sigma_n$  для водосливов практического профиля: кривая I — для вакуумных водосливов ( $1,25 < \frac{H}{H_{\text{проф}}} < 2,0$ ); кривая II — для водосливов нормального очертания ( $0,75 < \frac{H}{H_{\text{проф}}} < 1,25$ ); кривая III — для водосливов с уширенным гребнем ( $0,5 < \frac{H}{H_{\text{проф}}} < 0,75$ ). Для трапецидальных водосливов принимают  $H_{\text{проф}} = \delta$

### 12.7. Справочные материалы для расчета водосливов с широким порогом

Коэффициенты расхода для водосливов с широким порогом, представленных на рис. 12.12, приведены в табл. 12.4 и 12.5.

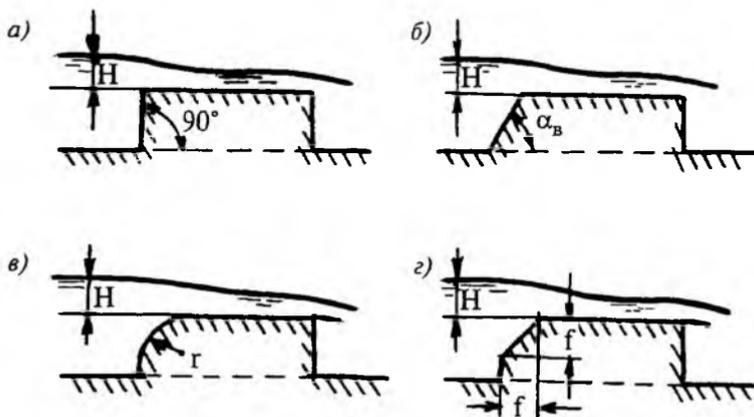


Рис. 12.12. Различные очертания водосливов с широким порогом

*Коэффициент расхода  $m$  для водослива с широким порогом  
без бокового сжатия (плоская задача;  $b = B$ ;  $\varepsilon = 1,0$ )*

*Водосливная стенка (порог)*

*с вертикальной или наклонной напорной гранью (рис. 12.12, а, б)*

$\frac{c_v}{H}$	$\text{ctg } \alpha_n$				
	0	0,5	1,0	1,5	$\geq 2,5$
0,0	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385
0,2	0,366	0,372	0,377	0,380	0,382
0,4	0,356	0,365	0,373	0,377	0,381
0,6	0,350	0,361	0,370	0,376	0,380
0,8	0,345	0,357	0,368	0,375	0,379
1,0	0,342	0,355	0,367	0,374	0,378
2,0	0,333	0,349	0,363	0,371	0,377
4,0	0,327	0,345	0,361	0,370	0,376
8,0	0,324	0,343	0,360	0,369	0,376
$\infty$	0,320	0,340	0,358	0,368	0,375

*Коэффициент расхода  $m$  для водослива с широким порогом  
без бокового сжатия (плоская задача;  $b = B$ ;  $\varepsilon = 1,0$ ).*

*Водосливная стенка (порог) с вертикальной напорной гранью и скругленным  
или притупленным входным ребром (рис. 12.12, в, г)*

$\frac{c_v}{H}$	$\frac{r}{H}$ или $\frac{f}{H}$			$\frac{r}{H}$	
	0,025	0,05	0,2	0,6	$\geq 1,0$
0,0	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385
0,2	0,372	0,374	0,377	0,380	0,382
0,4	0,365	0,368	0,374	0,377	0,381
0,6	0,361	0,364	0,370	0,376	0,380
0,8	0,357	0,361	0,368	0,375	0,379
1,0	0,355	0,359	0,366	0,374	0,378
2,0	0,349	0,354	0,363	0,371	0,377
6,0	0,344	0,349	0,359	0,369	0,376
$\infty$	0,340	0,346	0,357	0,368	0,375

Примечание: при  $f/H > 0,2$  коэффициент расхода  $m$  следует принимать соответствующим этому крайнему значению отношения.

## Коэффициент расхода для водослива без порога (рис. 12.13)

$\frac{b}{B}$	$\frac{r}{b}$						
	0	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	$\geq 0,50$
0,0	0,320	0,335	0,342	0,349	0,354	0,357	0,360
0,1	0,322	0,337	0,344	0,350	0,355	0,358	0,361
0,2	0,324	0,338	0,345	0,351	0,356	0,359	0,362
0,3	0,327	0,340	0,347	0,353	0,357	0,360	0,363
0,4	0,330	0,343	0,349	0,355	0,359	0,362	0,364
0,5	0,334	0,346	0,352	0,357	0,361	0,363	0,366
0,6	0,340	0,350	0,354	0,360	0,363	-	-
0,7	0,346	0,355	0,359	0,363	-	-	-
0,8	0,355	0,362	0,365	-	-	-	-
0,9	0,367	0,371	-	-	-	-	-
1,0	0,385	-	-	-	-	-	-

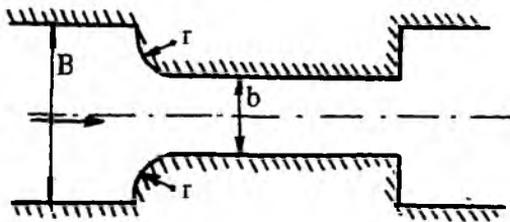


Рис. 12.13. Плановое очертание водослива без порога

Коэффициент сжатия  $\epsilon$  рассчитывается так же, как для водосливов практического профиля.

## Коэффициент скорости для расчета подтопленных водосливов с широким порогом по формуле (12.7)

$\epsilon_m$	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38
$\varphi_n$	0,77	0,84	0,90	0,96	0,99

Глубину  $h_1$  в формуле (12.7) принимают в первом приближении равной глубине подтопления  $h_n$ .