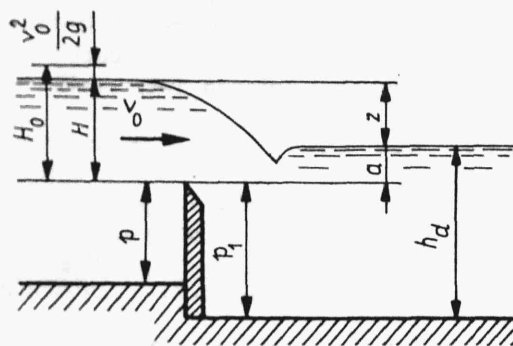


Rys.5.27



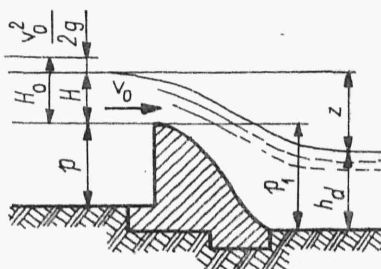
Rys.5.28

- z - różnica poziomów górnego i dolnego zwierciadła wody,
 p i p_1 - wzniesienie krawędzi przelewu ponad dnem koryta doprowadzającego i odpływowego,
 v_0 - prędkość dopływowa,
 b - szerokość przelewu,
 B - szerokość koryta dopływowego.

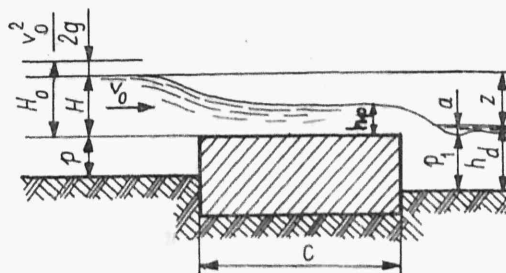
5.4.2. KLASYFIKACJA PRZELEWÓW

Rozróżniamy następujące rodzaje przelewów:

1. W zależności od przekroju ścianki przelewu dzielimy na:
 - a) przelewy o ostrej krawędzi (rys.5.27); w tego rodzaju przelewach grubość ścianki nie wpływa na kształt strumienia przelewowego;
 - b) przelewy o kształtach praktycznych (rys.5.29); przelewy te są opływane bez oderwania się strumienia wody;



Rys.5.29



Rys.5.30

- c) przelewy o szerokiej koronie (rys.5.30); szerokość przegrody c jest dwu- lub trzykrotnie większa od wysokości H ($c \geq 2,5 H$); ta dość duża szerokość korony potrzebna jest do uzyskania przepływu o strugach równoległych.

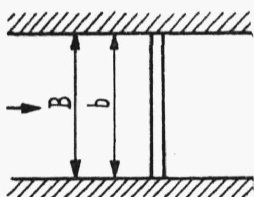
2. W zależności od wpływu dolnego zwierciadła na strumień przelewowy rozróżniamy:

- przelewy nie zatopione, w których poziom dolnego zwierciadła nie wpływa na wydatek przelewowy;
- przelewy zatopione, w których poziom dolnego zwierciadła wpływa na wydatek przelewowy.

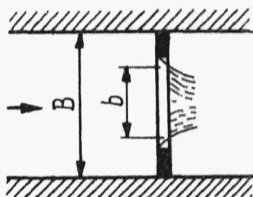
Przelewy pokazane na rys.5.27, 5.29, 5.30 są nie zatopione.

3. W zależności od stosunku szerokości przelewu do szerokości koryta rozróżniamy:

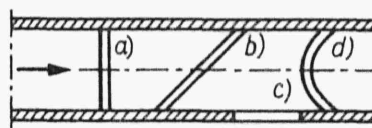
- przelewy bez bocznego dławienia (rys.5.31), kiedy szerokość przelewu b jest równa szerokości doprowadzającego koryta B ;
- przelewy z bocznym dławieniem (rys.5.32), kiedy szerokość przelewu b jest mniejsza od szerokości koryta B , tj. $b < B$;



Rys.5.31



Rys.5.32



Rys.5.33

4. W zależności od położenia krawędzi przelewu w planie odróżniamy (rys.5.33):

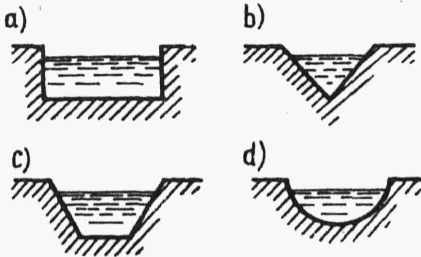
- przelewy proste nachylone pod kątem $\alpha = 90^\circ$ do kierunku przepływu;
- przelewy ukośne pod kątem $\alpha < 90^\circ$;

- c) przelewy boczne pod kątem $\alpha = 0^\circ$;
d) przelewy krzywoliniowe.

5. W zależności od kształtu wy-
cięcia przelewy dzielimy na (rys. 5.34):

- a) prostokątne,
b) trójkątne,
c) trapezowe,
d) półokrągłe.

Przelewy o ostrej krawędzi wędzi. W przypadku przelewu nie zatopionego poziom dolnego zwierciadła jest niższy od poziomu krawędzi, czyli $h_d < p_1$ (rys. 5.27).



Rys. 5.34

Rozważmy nie zatopiony przelew o ostrej krawędzi bez bocznego dławienia, kiedy przestrzeń między wypływającym strumieniem a ścianką przelewu wypełniona jest powietrzem o ciśnieniu atmosferycznym.

Wzór do obliczenia wydatku objętościowego przelewu można przedstawić w postaci

$$Q = \mu b \sqrt{2g} H_o^{3/2}, \quad (5.21)$$

gdzie: μ - współczynnik wydatku przelewu,

$H_o = H + \frac{v_o^2}{2g}$ - wzniesienie górnego zwierciadła wody ponad krawędzią przelewu powiększone o wysokość prędkości dopływowej.

Uwzględniając powyższą zależność we wzorze (5.21), napiszemy

$$Q = \mu b \sqrt{2g} \left(H + \frac{v_o^2}{2g} \right)^{3/2}$$

lub

$$Q = \mu \left(1 + \frac{v_o^2}{2g H} \right)^{3/2} \cdot b \sqrt{2g} H^{3/2}$$

i oznaczając

$$\mu_o = \mu \left(1 + \frac{v_o^2}{2g H} \right)^{3/2}$$

otrzymamy

$$Q = \mu_o b \sqrt{2g} H^{3/2}. \quad (5.22)$$

We wzorze tym μ_o oznacza współczynnik przelewu, który można wyznaczyć w naszym przypadku, gdy nie ma bocznego dławienia, tj. $b = B$, ze wzoru empirycznego (wymiały liniowe w metrach)

$$\mu_o = \left(0,405 + \frac{0,0027}{H}\right) \left[1 + 0,55 \frac{H^2}{(H + p)^2}\right]. \quad (5.23)$$

Drugi czynnik (w nawiasie kwadratowym) uwzględnia wpływ prędkości dopływowej.

Stosowanie powyższych wzorów daje dużą dokładność, gdyż błąd w obliczeniu wydatku przelewu o ostrej krawędzi nie przekracza 1%.

W przypadku przelewów z dławieniem bocznym, tj. przy $b < B$ współczynnik μ_1 określa się ze wzoru Hégly

$$\mu_1 = \left(0,405 + \frac{0,0027}{H} - 0,03 \frac{B - b}{B}\right) \left[1 + 0,55 \left(\frac{b}{B}\right)^2 \left(\frac{H}{H + p}\right)^2\right]. \quad (5.24)$$

Wzór (5.23) na wyznaczenie współczynnika μ_o przelewu bez bocznego dławienia otrzymuje się ze wzoru (5.24) po uwzględnieniu; że $b = B$.

Aby przelew o ostrej krawędzi był zatopiony (rys.5.33) muszą być spełnione dwa warunki:

1) poziom dolnego zwierciadła jest wzniesiony ponad krawędzią przelewu, czyli $h_d > p_1$,

2) stosunek $\frac{z}{p_1} < 0,7$,

W przypadku zatopionego przelewu o ostrej krawędzi bez bocznego dławienia, wydatek oblicza się ze wzoru

$$Q = \sigma \mu_o b \sqrt{2g} H^{3/2}, \quad (5.24)$$

współczynnik zatopienia σ wyznacza się z empirycznego wzoru Bazina

$$\sigma = 1,05 \left(1 + 0,2 \frac{a}{p_1}\right) \sqrt[3]{\frac{z}{H}}, \quad (5.25)$$

gdzie a - wzniesienie dolnego zwierciadła wody ponad krawędzią przelewu.

W zatopionych przelewach z dławieniem bocznym stosuje się we wzorze do obliczenia wydatku zamiast współczynnika przelewu μ_0 współczynnik μ_1 , według wzoru Hégly.

Przelewy o kształtach praktycznych. Przelewy o kształtach praktycznych mają szerokie zastosowanie w postaci jazów i budowli piętrzących. Nie zatopiony przelew charakteryzuje się tym, że poziom dolnego zwierciadła wody znajduje się poniżej poziomu krawędzi przelewu, tj. $h_d < p_1$ (rys.5.31).

Do obliczenia wydatku przelewu nie zatopionego korzystamy ze wzoru (5.21), a więc

$$Q = \mu b \sqrt{2g} H_0^{3/2}.$$

Przelewy o kształtach praktycznych dzielimy na przelewy spływowe i próżniowe. Przelew spływowy jest wówczas, gdy strumień przelewowy nie odrywa się od grzbietu, lecz spływa po powierzchni budowli piętrzącej. Przelew próżniowy charakteryzuje się tym, że w obszarze między strumieniem a profilem przelewu powstaje podciśnienie, co przyczynia się do ciągłej wibracji budowli i niszczenia betonowej nawierzchni przelewu. Aby nie dopuścić do niszczącego działania odrywającego się strumienia, obrys przelewu powinien być dobrany zgodnie z kształtem dolnej powierzchni strumienia przelewu.

Wartość współczynnika przelewu μ zależy od kształtu ścianki. Przy wstępnych obliczeniach można średnio przyjmować $\mu = 0,55$ dla przelewów ze ścianką o kształcie opływowym i $\mu = 0,40$ dla przelewów ze ścianką o kształcie nieopływowym.

Jeżeli strumień jest dławiony z boków, to we wzorze (5.21) należy uwzględnić współczynnik kontrakcji ε . Wówczas dla nie zatopionego przelewu otrzymamy wzór w postaci

$$Q = \mu \varepsilon b \sqrt{2g} H_0^{3/2}. \quad (5.26)$$

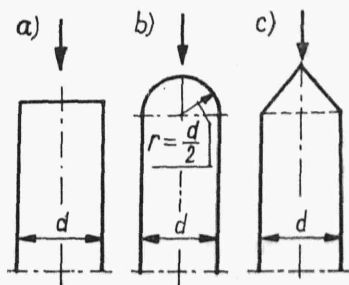
We wzorze tym:

$$H_0 = H + \frac{v_o^2}{2g},$$

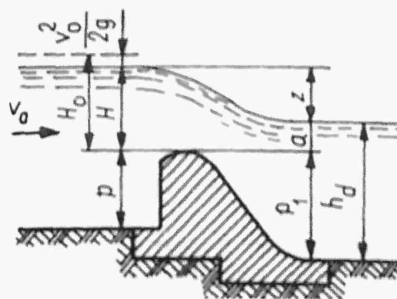
$$\varepsilon = 1 - c \frac{H_0}{b - H_0}. \quad (5.27)$$

Wartość współczynnika c uzależniona jest od kształtu zwilżanych podpór i filarów jazu.

Gdy podpory i filary mają w przekroju poziomym kształt prostokątny, wówczas $c = 0,20$ (rys.5.35a), przy kształcie półokrągłym $c = 0,11$ (rys.5.35b), przy zaostrzonym $c = 0,06$ (rys.5.35c). W obliczeniach wstępnych przyjmuje się wartości współczynnika bocznego dla wienia (kontrakcji) w granicach od 0,85 do 0,95 lub wartość średnią $\xi \approx 0,90$.



Rys.5.35



Rys.5.36

Doświadczenia wykazały, że przelewy o kształtach praktycznych będą zatopione (rys.5.36) wówczas, gdy zostaną spełnione następujące nierówności: $h_d > p_1$; $\frac{z_o}{p_1} < 0,7$; $\frac{a}{H} > 0,4$; $\left(z_o = z + \frac{v_o^2}{2g}\right)$.

Wydatek przelewu zatopionego obliczamy według wzoru (5.26) wprowadzając do niego jeszcze współczynnik zatopienia σ , czyli

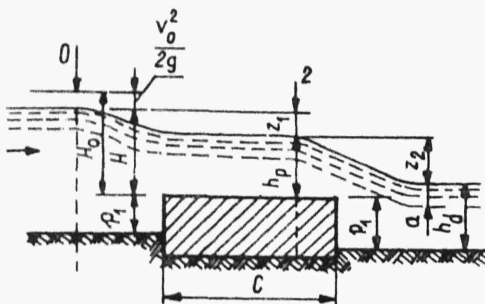
$$Q = \sigma \mu \varepsilon b \sqrt{2g} H_o^{3/2}. \quad (5.28)$$

Wartości liczbowe współczynnika σ w zależności od $\frac{H - z}{H}$ podane są w tablicy 5.3.

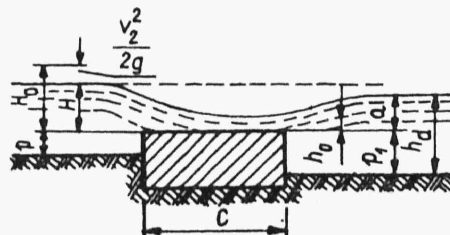
Tablica 5.3

$\frac{H - z}{H}$	σ	$\frac{H - z}{H}$	σ	$\frac{H - z}{H}$	σ
0	1,000	0,4	0,956	0,8	0,778
0,1	0,991	0,5	0,937	0,9	0,621
0,2	0,983	0,6	0,907	1,0	0,000
0,3	0,972	0,7	0,856	-	-

Przelewy o szerokiej koronie. Przelew o szerokiej koronie nie jest zatopiony (rys.5.37), gdy poziom zwierciadła dolnego jest niższy od poziomu korony lub gdy wzniesienie $a \leq h_p$. Natomiast, gdy $a > h_p$, przelew jest zatopiony (rys.5.38). Głębokość krytyczną h_p możemy przedstawić w postaci $h_p = k H_o$. We wzorze tym współczynnik k zależy od współczynnika prędkości α .



Rys.5.37



Rys.5.38

W przypadku przelewu nie zatopionego wzór do obliczenia wydatku otrzymamy, korzystając z równania Bernoulliego dla dwóch przekrojów 0-0 przed koroną oraz 2-2 nad koroną:

$$H + \frac{v_o^2}{2g} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad \text{lub} \quad H_o = h_2 + \frac{v_2^2}{2g},$$

stąd

$$v_2 = \sqrt{2g(H_o - h_2)}.$$

Uwzględniając współczynnik prędkości α , otrzymamy

$$v_{2r} = \alpha \sqrt{2g(H_o - h_2)}.$$

Z równania ciągłości:

$$Q = b h_2 v_{2r}$$

lub

$$Q = \alpha b h_2 \sqrt{2g(H_o - h_2)}. \quad (5.29)$$

We wzorze tym przekształcimy wyrażenie:

$$h_2 \sqrt{H_o - h_2} = \frac{h_2}{H_o} \sqrt{1 - \frac{h_2}{H_o}} H_o^{3/2}.$$

W naszym przypadku możemy przyjąć $h_2 \approx h_p$, a stosunek $\frac{h_2}{H_o} \approx \frac{h_p}{H_o} = k$, a więc

$$h_2 \sqrt{H_o - h_2} = k \sqrt{1 - k} H_o^{3/2}$$

lub wzór na wydatek

$$Q = \alpha k \sqrt{1 - k} b \sqrt{2g} H_o^{3/2}.$$

Oznaczając w tym równaniu

$$\alpha k \sqrt{1 - k} = \mu, \quad (5.30)$$

gdzie μ - współczynnik wydatku przelewu,
otrzymamy wydatek przelewu nie zatopionego w postaci

$$Q = \mu \sqrt{2g} b H_o^{3/2} = M b H_o^{3/2}, \quad (5.31)$$

gdzie $M = \mu \sqrt{2g}$.

Współczynnik wydatku μ zależy według wzoru (5.30) od współczynnika prędkości α i od wielkości k . Wartość współczynnika prędkości α uzależniona jest od kształtu krawędzi wlotowej korony. Wartości liczbowe współczynników α, μ i M dla różnych kształtów korony podane są w tablicy 5.4.

W przypadku przelewu zatopionego (rys.5.43) zastąpimy we wzorze (5.29) głębokość h_2 wzniesieniem dolnego zwierciadła ponad poziomem krawędzi przelewu a , czyli $h_2 = a$. A zatem wydatek napiszemy w postaci

$$Q = \alpha a b \sqrt{2g(H_o - a)}. \quad (5.32)$$

Tablica 5.4

Charakterystyka kształtu przelewu	α	k	μ	$\frac{M}{\sqrt{m/s}}$
Bez strat (przypadek teoretyczny)	1	$\frac{2}{3}$	0,385	1,70
Przy dobrze zaokrąglonym kształcie części wlotowej	0,95	0,645	0,36	1,60
Próg o zaokrąglonej krawędzi wlotowej	0,92	0,630	0,35	1,55
Przy ściętej krawędzi wlotowej	0,88	0,610	0,33	1,48
Przy nie zaokrąglonej krawędzi wlotowej	0,85	0,590	0,32	1,42
Jak wyżej przy niekorzystnych warunkach (chropowaty wlot)	0,80	0,560	0,30	1,33

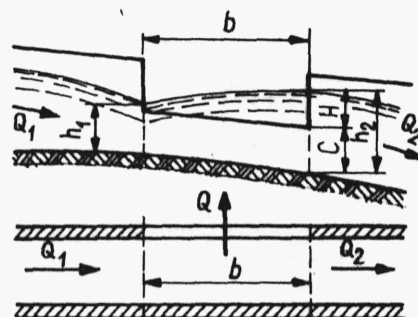
Przelewem bocznym nazywamy przelew, którego krawędź położona jest równoległe do głównego kierunku strumienia cieczy płynącej w korycie (rys.5.39). Przelewy takie stosowane są w przypadkach bocznego ujęcia i bocznego odprowadzenia wody.

Na rys.5.39 pokazana jest krzywa zwierciadła cieczy w kanale przed przelewem i nad krawędzią przelewu. Kształt zwierciadła cieczy zależy od charakteru ruchu w korycie.

Dla ruchu nadkrytycznego, tj. przy spokojnym przepływie głębokość cieczy nad krawędzią przelewu w kierunku przepływu rośnie, zaś dla ruchu podkrytycznego, tj. przy zakłóconym - maleje.

Wymienione rodzaje ruchu wyjaśnia się w sposób następujący. Zakłada się (przy dość krótkich przelewach), że wzniesienie linii energii E jest stałe wzdłuż przelewu.

Oznaczając napełnienie koryta w dowolnym przekroju x wzdłuż przelewu przez h , odpowiednio prędkość przez v oraz wydatek przepływającej cieczy przez Q' , pole zaś przekroju poprzecznego strumienia w korycie przez F - napiszemy



Rys.5.39

$$E = h + \frac{\alpha' v^2}{2g} = h + \frac{\alpha' Q'^2}{2g F^2} = \text{const.}$$

W kierunku przepływu cieczy w korycie mamy

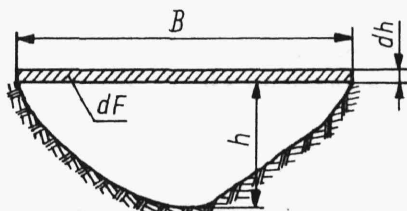
$$\frac{dE}{dx} = \frac{dh}{dx} + \frac{\alpha'}{2g} \frac{d}{dx} \left(\frac{Q'}{F} \right)^2 = \frac{dh}{dx} + \frac{\alpha'}{g} \frac{Q'}{F} \frac{d}{dx} \left(\frac{Q'}{F} \right) = 0$$

lub

$$\frac{dE}{dx} = \frac{dh}{dx} + \frac{\alpha'}{g} \frac{Q'}{F} \frac{F \frac{dQ'}{dx} - Q' \frac{dF}{dx}}{F^2} = \frac{dh}{dx} + \frac{\alpha'}{g} \frac{Q'}{F^2} \frac{dQ'}{dx} - \frac{\alpha'}{g} \frac{Q'^2}{F^3} \frac{dF}{dx} = 0,$$

skąd

$$g F^3 \frac{dh}{dx} + \alpha' F Q' \frac{dQ'}{dx} - \alpha' Q'^2 \frac{dF}{dx} = 0.$$



Rys. 5.40

Z rysunku (5.40) wynika, że elementarne pole przekroju koryta

$$dF = B dh$$

lub

$$\frac{dF}{dh} = B,$$

gdzie B - szerokość zwierciadła cieczy w korycie.

Uwzględniając ostatnią zależność w poprzednich równaniach otrzymamy

$$g F^3 \frac{dh}{dx} + \alpha' F Q' \frac{dQ'}{dx} - \alpha' Q'^2 B \frac{dh}{dx} = 0,$$

skąd

$$\frac{dh}{dx} = \frac{\alpha' F Q'}{\alpha' B Q'^2 - g F^3} \frac{dQ'}{dx}.$$

Iloczyn $\alpha' F Q'$ jest zawsze dodatni, zaś pochodna $\frac{dQ'}{dx}$ jest zawsze ujemna, ponieważ Q' maleje wzdłuż przelewu, przez który wypływa część cieczy.

Iloczyn $\alpha' F Q'$ jest zawsze dodatni, zaś pochodna $\frac{dQ'}{dx}$ jest zawsze ujemna, ponieważ Q' maleje wzdłuż przelewu, przez który wpływa część cieczy.

O znaku pochodnej $\frac{dh}{dx}$ decyduje znak mianownika $\alpha' B Q'^2 - g F^3$, mianowicie:
gdy $\alpha' B Q'^2 - g F^3 < 0$, to $\frac{dh}{dx} > 0$ - w tym przypadku mamy w korycie ruch nadkrytyczny,

gdy $\alpha' B Q'^2 - g F^3 > 0$, to $\frac{dh}{dx} < 0$ - w korycie panuje ruch podkrytyczny.

(Szczegółowe wyjaśnienie o ruchu nadkrytycznym i podkrytycznym podano w rozdziale "Ustalony ruch cieczy w korytach otwartych i w kanałach").

Wydatek nie zatopionego przelewu bocznego obliczamy ze wzoru Pawłowskiego

$$Q = \sigma_b \mu b \sqrt{2g} H^{3/2}. \quad (5.33)$$

We wzorze i na rys.5.39 przyjęto następujące oznaczenia: b - szerokość przelewu, H - wysokość strumienia cieczy w końcu przelewu równa $H = h_2 - c$, h_2 - głębokość wody za przelewem, c - wysokość położenia krawędzi przelewu nad dnem koryta, σ_b - poprawkowy współczynnik dla przelewu bocznego.

Na podstawie doświadczeń Engelsa współczynnik σ_b można przyjąć w postaci

$$\sigma_b = \left(\frac{H}{b} \right)^{1/6}. \quad (5.34)$$

Przykład 5.6. Obliczyć szerokość przelewu b o ostrej krawędzi potrzebną do przepuszczenia przepływu $Q = 600 \text{ m}^3/\text{s}$, jeżeli mamy przelew zatopiony, przy którym wzniesienie dolnego zwierciadła wody nad krawędzią przelewu wynosi $a = 1,6 \text{ m}$, głębokość strumienia $H = 2,4 \text{ m}$, a wzniesienie krawędzi przelewu nad dnem koryta $p_1 = 1,2 \text{ m}$.

Rozwiązanie. Ponieważ w założeniu podany jest przelew zatopiony, przeto sprawdzamy przede wszystkim stosunek $\frac{z}{p_1}$. Różnica poziomów zwierciadeł $z = H - a = 2,4 - 1,6 = 0,8 \text{ m}$, stąd

$$\frac{z}{p_1} = \frac{0,8}{1,2} = 0,666 < 0,7.$$

Należy zatem do obliczenia wydatku stosować wzór (5.24)

$$Q = \sigma \mu_o b \sqrt{2g} H^{3/2}.$$

Do wyznaczenia μ_o dla przypadku, gdy nie ma dławienia bocznego stosujemy wzór (5.23)

$$\begin{aligned} \mu_o &= \left(0,405 + \frac{0,0027}{H} \right) \left[1 + 0,55 \frac{H^2}{(H + p_1)^2} \right] = \\ &= \left(0,405 + \frac{0,0027}{2,4} \right) \left[1 + 0,55 \frac{2,4^2}{(2,4 + 1,2)^2} \right] = 0,6. \end{aligned}$$

Współczynnik zatopienia obliczymy ze wzoru (5.25)

$$\sigma = 1,05 \left(1 + 0,2 \frac{1,6}{1,2} \right) \sqrt[3]{\frac{0,8}{2,4}} = 1,016.$$

Stąd obliczamy szerokość przelewu

$$b = \frac{Q}{\sigma \mu_o \sqrt{2g} H^{3/2}} = \frac{600}{1,016 \cdot 0,6 \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 2,4^{3/2}} = 52 \text{ m}.$$

Przykład 5.7. Obliczyć wydatek Q zatopionego przelewu o kształcie praktycznym, jeżeli głębokość $H = 1,5$ m, wysokość krawędzi przelewu $p_1 = 1,6$ m, głębokość dolnej wody $h_d = 2,5$ m, szerokość przelewu $b = 10$ m, prędkość dopływowa $v_o = 0,8$ m/s. Znany jest współczynnik wydatku $\mu = 0,45$ oraz współczynnik kontrakcji $\xi = 0,90$.

Rozwiązanie. Sprawdzamy, czy przelew jest zatopiony. Warunki zatopienia są następujące:

$$h_d > p_1; \quad \frac{z_o}{p_1} < 0,7; \quad \frac{a}{H} > 0,4,$$

$$h_d = 2,5 \text{ m} > p_1 = 1,6 \text{ m},$$

$$z_o = z + \frac{v_o^2}{2g} = (H + p_1) - u_d + \frac{v_o^2}{2g} = (1,5 + 1,6) + \frac{0,8^2}{19,62} = 0,63 \text{ m},$$

czyli

$$\frac{z_o}{p_1} = \frac{0,61}{1,60} = 0,4 < 0,7,$$

wzniesienie

$$a = h_d - p_1 = 2,5 - 1,6 = 0,9 \text{ m},$$

a więc

$$\frac{a}{H} = \frac{0,9}{1,5} = 0,60 > 0,40.$$

Z powyższego wynika, że przelew jest zatopiony.
Wydatek obliczamy ze wzoru (5.28)

$$Q = \sigma \mu \varepsilon b \sqrt{2g} H_o^{3/2}.$$

Współczynnik zatopienia σ znajdziemy w tablicy 5.3, znając $\frac{H - z}{H} = \frac{a}{H} = 0,6$, a więc $\sigma = 0,907$.

Wysokość

$$H_o = H + \frac{v_o^2}{2g} = 1,5 + \frac{0,8^2}{19,62} = 1,53 \text{ m}.$$

Ostatecznie wydatek

$$Q = 0,907 \cdot 0,45 \cdot 0,9 \cdot 10 \sqrt{19,62} \cdot 1,53^{3/2} = 30,5 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Przykład 5.8. Obliczyć wydatek Q przelewu o szerokiej koronie ze ściętą krawędzią wlotową, jeżeli $H = 2,4 \text{ m}$, $v_o = 0,80 \text{ m/s}$, $b = 3 \text{ m}$, $p_1 = 0,5 \text{ m}$, $h_d = 2,50 \text{ m}$.

Rozwiązanie. Z tablicy 5.4 znajdujemy dla progu o ściętej krawędzi wlotowej $\alpha = 0,88$; $k = 0,61$; $\mu = 0,33$ oraz $M = \mu \sqrt{2g} = 1,48 \text{ m}^{0,5}/\text{s}$.

Następnie obliczymy

$$H_o = H + \frac{v_o^2}{2g} = 2,40 + \frac{0,80^2}{19,62} = 2,43 \text{ m}.$$

Głębokość

$$h_p = k H_o = 0,61 \cdot 2,43 = 1,48 \text{ m},$$

wzniesienie

$$a = h_d - p_1 = 2,5 - 0,5 = 2 \text{ m},$$

a więc

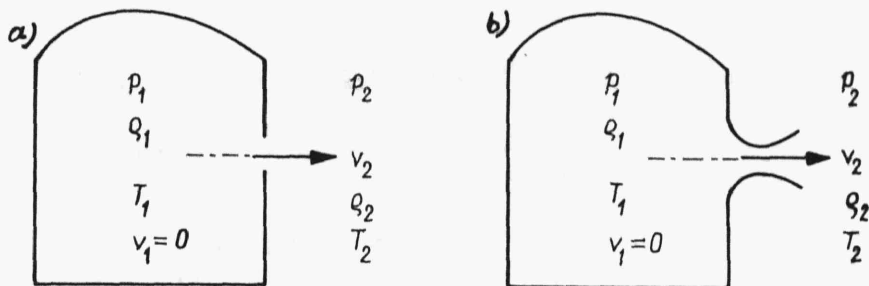
$$a = 2 \text{ m} > h_p = 1,48 \text{ m}.$$

Z tego wynika, że przelew jest zatopiony. Wydatek przelewu obliczamy ze wzoru (5.32):

$$Q = \alpha a b \sqrt{2g(H_o - a)} = 0,88 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{19,62(2,43 - 2)} = 15,17 \text{ m}^3/\text{s}.$$

5.5. WYPIŁYW GAZU PRZEZ OTWÓR

Rozważmy wypływ gazu ze zbiornika przez otwór lub krótkie dysze z obszaru wysokiego ciśnienia do obszaru niższego ciśnienia. W przypadku wypływu gazu ze zbiornika do atmosfery przez otwór (rys.5.41a) lub przez dyszę (rys.5.41b) zakładamy przemianę adiabatyczną.



Rys.5.41

Prędkość wypływu ze zbiornika obliczymy z równania Bernoulliego (4.28), przyjmując $v_1 = 0$, a więc