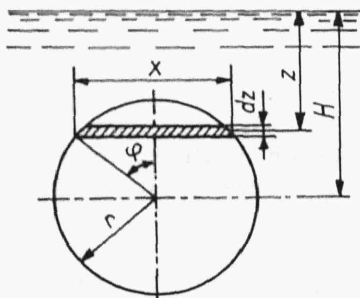


skąd

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} \left( H_2^{3/2} - H_1^{3/2} \right). \quad (5.14)$$

Uwzględniając zależności  $H_1 = H - \frac{a}{2}$ ;  $H_2 = H + \frac{a}{2}$ , możemy napisać

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} \left[ \left( H + \frac{a}{2} \right)^{3/2} - \left( H - \frac{a}{2} \right)^{3/2} \right]. \quad (5.15)$$



Rys.5.24

Obliczmy wydatek dla ustalonego wypływu przez otwór kołowy o promieniu  $r$  (rys.5.24)

$$Q = \mu \sqrt{2g} \int_{H-r}^{H+r} x \sqrt{z} dz. \quad (5.16)$$

Uwzględniając następujące zależności:  
 $z = H - r \cos \varphi$   $dz = r \sin \varphi d\varphi$ ;  
 $x = 2r \sin \varphi$ , otrzymamy

$$Q = \mu \sqrt{2g} H r^2 2 \int_0^{\pi} \sin^2 \varphi \sqrt{1 - \frac{r}{H} \cos \varphi} d\varphi. \quad (5.17)$$

### 5.3.2. WYPŁYW NIEUSTALONY

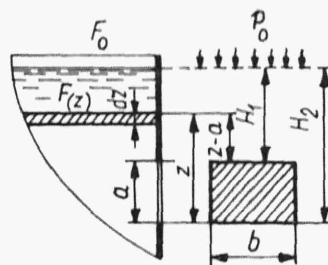
Rozważmy teraz przypadek nieustalonego wypływu cieczy przez duży otwór prostokątny (rys.5.25).

Czas opróżnienia zbiornika możemy podzielić na dwie fazy - na obniżenie się zwierciadła cieczy do górnej krawędzi, a następnie poniżej górnej krawędzi otworu.

Drugą fazę wypływu, gdy zwierciadło cieczy znajdzie się poniżej górnej krawędzi otworu, nazywamy przelewem.

Chwilowy wydatek przy dowolnym położeniu powierzchni zwierciadła  $F(z)$  napiszemy na podstawie wzoru (5.14) w postaci

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} \left[ z^{3/2} - (z - a)^{3/2} \right].$$



Rys.5.25

Przez  $z$  oznaczyliśmy zmienną wysokość położenia zwierciadła cieczy względem dolnej krawędzi otworu.

Założmy, że zwierciadło cieczy w zbiorniku obniżyło się po pewnym czasie do wysokości  $z$ . Po czasie  $dt$  nastąpiło dalsze obniżenie powierzchni zwierciadła  $F(z)$  o elementarną głębokość  $dz$ .

Porównując objętość elementarnej warstwy z objętością wypływającej cieczy, możemy napisać

$$dV = Q dt = -F(z) dz.$$

Uwzględniając chwilowy wydatek, otrzymamy

$$\frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} \left[ z^{3/2} - (z - a)^{3/2} \right] dt = -F(z) dz.$$

Czas opróżnienia zbiornika do poziomu górnej krawędzi otworu otrzymamy przez całkowanie

$$T_1 = \int_0^{T_1} dt = \frac{1}{\frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g}} \int_a^{H_2} \frac{F(z) dz}{z^{3/2} - (z - a)^{3/2}}. \quad (5.18)$$

Analogicznie obliczymy czas opróżnienia zbiornika dla przypadku wypływu przez otwór kołowy.

Chwilowy wydatek napiszemy na podstawie zależności (5.16)

$$Q = \mu \sqrt{2g} \int_{z-2r}^z x \sqrt{z'} dz'.$$

Z warunku  $Q dt = -F(z) dz$  otrzymamy

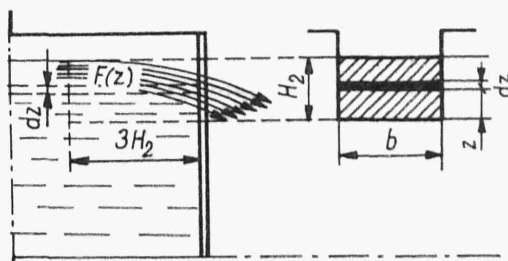
$$T_1 = \int_0^{T_1} dt = \int_a^H \frac{F(z) dz}{\int_{z-2r}^z x \sqrt{z'} dz'}, \quad (5.19)$$

gdzie  $z'$  - zagłębienie dowolnego elementu przekroju otworu pod zmiennym położeniem zwierciadła cieczy w zbiorniku.

W drugiej fazie wypływu, kiedy poziom cieczy obniży się poniżej górnej krawędzi otworu prostokątnego nastąpi przelew cieczy (5.26).

Chwilowy wydatek dla przelewu prostokątnego napiszemy na podstawie wzoru (5.14) biorąc pod uwagę, że  $H_1 = 0$  i  $H_2 = z$

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



Rys.5.26

Uwzględniając warunek ciągłości, otrzymamy

$$\frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} z^{3/2} dt = -F(z) dz.$$

Stąd czas potrzebny na obniżenie się poziomu cieczy od górnej do dolnej krawędzi otworu równa się

$$T_2 = \int_0^{T_2} dt = \int_0^a \frac{F(z) dz}{\frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} z^{3/2}}. \quad (5.20)$$

## 5.4. PRZELEWY

### 5.4.1. UWAGI WSTĘPNE

Przelewem nazywamy tę część przegrody, ustawionej w poprzek strumienia cieczy o swobodnym zwierciadle, przez którą przelewa się spiętrzona ciecz (rys.5.27).

Przelewem może być także wypływ cieczy przez duży otwór, w którym powierzchnia swobodna cieczy znajduje się poniżej górnej krawędzi otworu. Przelewy mają zastosowanie praktyczne w hydrotechnice. Teoria przelewów służy do hydraulicznych obliczeń budowli piętrzących, jazów przelewowych i innych urządzeń hydrotechnicznych oraz urządzeń wodociągowo-kanalizacyjnych. Przelewy mogą być wykorzystywane jako hydrometryczne przyrządy do pomiaru wydatku wody w korytach.

W dalszych rozważaniach stosować będziemy następujące oznaczenia (rys.5.28):

$H$  - wzniesienie górnego zwierciadła wody ponad krawędzią przelewu,  
 $h_d$  - wzniesienie dolnego zwierciadła wody ponad dnem koryta odpływowego,