VÝTOK OTVOREM

Výtok kapaliny z nádoby může být:

- ustálený
jeho charakteristiky, tj. výtoková rychlost a výtokové množství se s časem nemění. Přítok Q_p se rovná odtoku Q_o, hladina v nádrži zůstává na stejné úrovni,

- neustálený
výtoková rychlost a výtokové množství se s časem mění. Přítok $Q_p \neq Q_o$, hladina v nádrži stoupá nebo klesá - jde o plnění nebo prázdnění nádrže.

Ustálený výtok otvorem

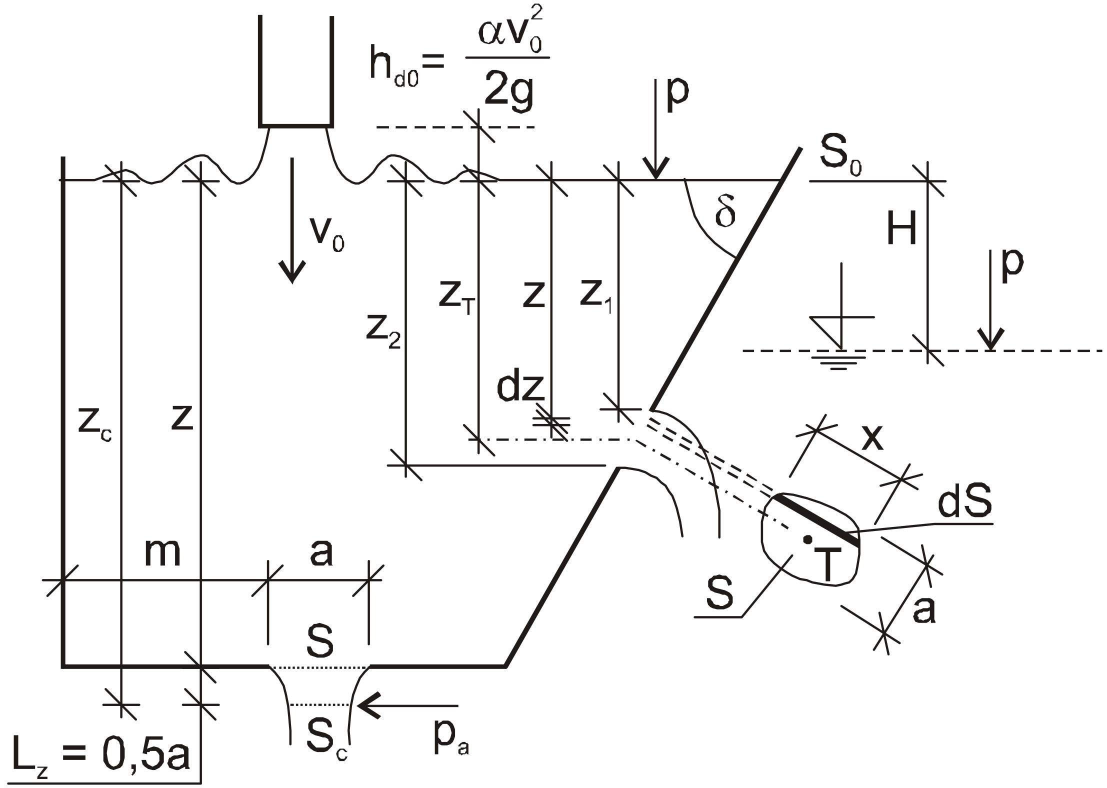
Z hydraulického hlediska se rozlišuje výtok na:

- volný (nezatopený)
kapalina vytéká do volného prostoru a výtokové charakteristiky nejsou ovlivňovány kapalinou za otvorem;

- zatopený
kapalina vytéká pod hladinu,

- částečně zatopený
část výtokového otvoru je pod hladinou - kapalina vytéká současně do volného prostoru i pod hladinu.

VOLNÝ VÝTOK



Teoretickým základem pro určení charakteristik výtoku je Bernoulliho rovnice, kde např. pro výtok otvorem ve dně:

$$z_c + \frac{p}{\rho g} + h_{d0} = \frac{p_a}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g} + Z \quad \text{kde} \quad Z = \zeta \frac{v^2}{2g}$$

Úpravou rovnice se získá vztah pro výtokovou rychlost:

$$v = \varphi\sqrt{2g\left(z_c + \frac{p - p_a}{\rho g} + h_{d0}\right)} \qquad \text{kde} \qquad \varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \zeta}}$$

kde φ je rychlostní součinitel

Průtok je

$$Q = \mu_v S\sqrt{2g\left(z_c + \frac{p - p_a}{\rho g} + h_{d0}\right)}$$

kde $\mu_v = \varphi\varepsilon$ je součinitel výtoku ve kterém $\varepsilon = S_c / S$ je součinitel zúžení (S_c - plocha zúženého průřezu).

Je-li nádoba otevřená, působí na volnou hladinu atmosférický tlak p_a a člen

$$(p - p_a)/\rho g = 0$$

Volný výtok velkým otvorem ve dně

$$Q = \mu_v S \sqrt{2g\left(z_c + \frac{p - p_a}{\rho g} + h_{d0}\right)}$$

Volný výtok malým otvorem ve dně

Otvor se považuje za malý, když platí $S_0/S > 4$, kde S_0 je plocha hladiny, S je plocha otvoru, a $z > 10a$. Zanedbávají se h_{d0} a L_z

$$Q = \mu_v S \sqrt{2gz}$$

Volný výtok malým otvorem ve stěně

Otvor se považuje za malý, když platí $z_1 > 10a$. K výpočtu se při volné hladině používají stejné rovnice, kde se místo z dosazuje z_T

$$Q = \mu_v S \sqrt{2gz_T}$$

Volný výtok velkým otvorem ve stěně (při volné hladině)

Obdélníkový otvor:

$$Q = \frac{2}{3}\mu_v \frac{b}{\sin\delta}\sqrt{2g}\left[\left(z_2 + h_{d0}\right)^{\frac{3}{2}} - \left(z_1 + h_{do}\right)^{\frac{3}{2}}\right]$$

Kruhový otvor ve svislé stěně:

$$Q = \mu_v\left[1 - \frac{1}{32}\left(\frac{r}{z_T}\right)^2 - \frac{5}{1024}\left(\frac{r}{z_T}\right)^4\right]\pi r^2\sqrt{2gz_T}$$

ZATOPENÝ VÝTOK (OTVOREM VE DNĚ I VE STĚNĚ)

Hladina dolní vody leží výše, než je horní hrana otvoru. Pro malé i velké otvory se použijí vztahy pro volný výtok, kde místo z, zc, z_T se dosadí spád H. Hodnoty součinitelů se uvažují zhruba tytéž, jako při výtoku volném.

ČÁSTEČNĚ ZATOPENÝ VÝTOK

Počítá se Q_1 pro část nad hladinou dolní vody z výrazů pro volný výtok a Q_2 pro část pod hladinou dolní vody z výrazů pro zatopený výtok. Celkový průtok: $Q = Q_1 + Q_2$

Neustálený výtok otvorem

Je charakterizován změnou objemu vody v nádrži, změnou hloubky, a tedy i změnou průtoku v čase Q = f(t). Pokud do nádoby přitéká Q_p, odtéká Q_0, a $Q_p > Q_0$, nádoba se:

- *plní* - když $Q_p > Q_0$
- *prázdní* - když $Q_p < Q_0$

Při řešení neustáleného výtoku je kromě okamžitého průtoku Q_0 důležité určit i čas, za který se určitá změna Q uskuteční. Počítá se:

- *doba t* - doba plnění (prázdnění), tj doba potřebná na naplnění (vyprázdnění) určitého objemu nádrže z úrovně z_1 do z_2;
- *doba T* - doba pro úplné naplnění (vyprázdnění kdy z_2 = 0). Změna polohy hladiny je omezena krajní polohou z_u:

Doba prázdnění prizmatické nádoby (Q_p=0) z úrovně z_1 do z_2

$$t = \frac{2S_z}{\mu_v S_v \sqrt{2g}} \left(\sqrt{z_1} - \sqrt{z_2} \right)$$

Doba pro úplné vyprázdnění

$$T = \frac{2S_z \sqrt{z_1}}{\mu_v S_v \sqrt{2g}}$$