

Proudění vody a vzduchu

Autor: Mgr. Jaromír JUŘEK

Kopírování a jakékoliv další využití výukového materiálu je povoleno pouze s uvedením odkazu na www.jarjurek.cz.

1. Proudění vody a vzduchu

Kapaliny a plyny lze nazvat společným názvem **tekutiny**.

Otevřou-li se stavidla rybníka nebo přehrady, začne z nich vytékat voda. Příčinou je výškový rozdíl hladin.

Zobecněme:

Aby mezi dvěma místy nastalo proudění tekutiny, musí být mezi těmito místy v tekutině rozdíl tlaků.

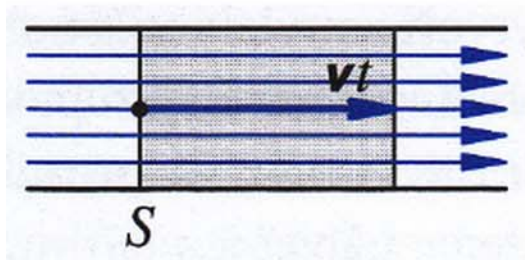
Závislost rychlosti proudící tekutiny na průřezu trubice

Je-li proudění ustálené, musí každým průřezem trubice, kterou proudí např. voda, protéci stejný objem. Tedy $V_1 = V_2$

Zavádíme veličinu **objemový průtok**; značka Q_V . **Základní jednotkou objemového průtoku je metr krychlový za sekundu** [m^3/s].

$$Q_V = \frac{V}{t}$$

V je objem kapaliny, která proteče průřezem trubice za dobu t . Je-li v rychlost proudící kapaliny, posune se za dobu t každá částice kapaliny průřezem trubice o dráhu $s = vt$. Označíme-li obsah průřezu S , je objem kapaliny $V = Svt$.



Po dosazení za V do definičního vztahu dostaneme

$$Q_V = \frac{Svt}{t} = Sv$$

Protéká-li např. korytem řeky v kolmém průřezu o obsahu $S = 50 \text{ m}^2$ voda rychlostí o velikosti $v = 2 \text{ m/s}$, je objemový průtok řeky $Q_V = 100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Objem vody, která proteče daným potrubím za libovolnou dobu, měříme **vodoměrem**, objem plynu **plynoměrem**.





Vzhledem k tomu, že je ideální kapalina nestlačitelná, nemůže se při proudění v žádném místě trubice hromadit. Proto je objemový průtok v každém průřezu trubice v určitém okamžiku stejný. Tedy $Q_v = \text{konst.}$, neboli je-li trubice vodorovná a má-li v jednom místě průřez S_1 a v jiném zase S_2 , musí proudící voda mít v těchto místech různé rychlosti. Objem proteklé vody tedy můžeme vyjádřit i takto:

$$V_1 = S_1 \cdot v_1 \cdot t \qquad V_2 = S_2 \cdot v_2 \cdot t$$

Porovnáním a jednoduchou úpravou dostaneme rovnici:

$$V_1 = V_2$$

$$S_1 \cdot v_1 \cdot t = S_2 \cdot v_2 \cdot t$$

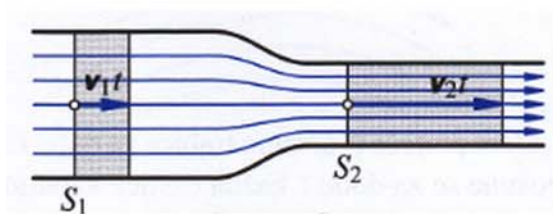
$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = \text{konst.}$$

Kolikrát menší je průřez trubice, tolikrát větší rychlostí proudí tekutina při ustáleném proudění.

Součin průřezu a rychlosti při ustáleném proudění dané tekutiny je stálý.

Tato rovnice se také někdy nazývá **rovnice kontinuity** (spojitosti).



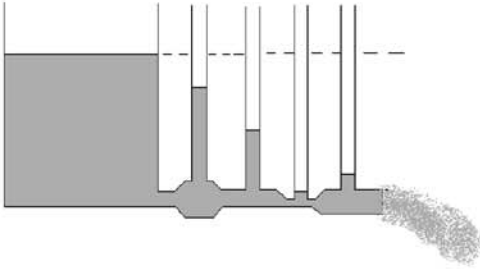
Závěr:

Velikosti rychlostí proudící kapaliny v trubici nestejného průřezu jsou v opačném poměru než obsahy průřezů.

Bernouliho rovnice

Její vyjádření není úplně jednoduché, proto se nebudeme zabývat jejím zápisem, ale spíše praktickým využitím.

Při ustáleném proudění kapaliny trubicí o různých průřezech je v místech větší rychlosti proudění menší tlak, v místech menší rychlosti proudění větší tlak.



Zvyšováním rychlosti proudící kapaliny je možno dosáhnout toho, že tlak v zúženém místě klesne pod hodnotu atmosférického tlaku a manometrickou trubicí začne kapalina nasávat vnější vzduch. Na tomto principu je založena tzv. fixírka, neboli rozprašovač. Využívá se např. při lakování karosérií aut, postřiku stromů, apod. Na tomto principu je založen i karburátor u starších typů aut.

Odpor prostředí, obtékání těles

Odporovou silou nazýváme tu sílu, která vzniká při vzájemném pohybu tělesa a tekutiny a působí proti pohybu.

Tato odporová síla závisí na:

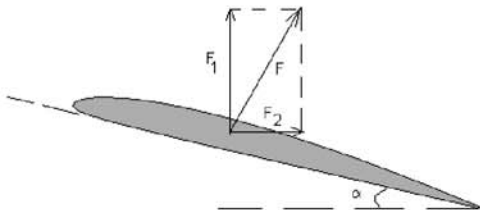
- rychlosti vzájemného pohybu
- na plošném obsahu největšího průřezu tělesa kolmého ke směru pohybu
- na hustotě prostředí
- na povrchu tělesa a jeho tvaru

Všechny uvedené faktory se musí brát v úvahu např. při konstrukci vozidel. S výhodou se tak využívá aerodynamický tvar karosérií.

Jsou ale i situace, kdy potřebujeme odporovou sílu zvětšit - např. při seskoku s padákem.

Vztlaková síla na nosnou plochu letadla

Nosnými plochami letadla jsou jeho křídla. Jejich profil, tj. tvar křídla v průřezu má proudnicový tvar.



Vrchní strana je více vyklenuta, spodní je plošší. Horní stranu křídla obtéká vzduch větší rychlostí než spodní stranu. Tlak na horní straně křídla je tedy menší než na spodní. Na křídlo tím působí vztlaková síla, která směřuje svisle vzhůru. Při vodorovném letu letadla je vztlaková síla F_1 v rovnováze s tíhou letadla. Odporová síla F_2 je překonávána tažnou silou motoru.

Vodní motory

I zde se využívá poznatků o proudění. Výkon vodního motoru závisí na objemovém průtoku vody, což je objem vody, která proteče vodním motorem za 1 sekundu. Dále závisí na spádu vody.

Vodní kola

- mohou být na vrchní vodu i na spodní vodu. Vodní kola na spodní vodu mají účinnost asi 50 %, kola na vrchní vodu až 75 %.

Peltonova turbína

- nepotřebuje velký objemový průtok vody, je však u ní možno využít velkého spádu (až několik set metrů). Proto se používá hlavně v horských tocích.

Francisova turbína


Počet otáček lze regulovat natáčením lopatek tzv. rozváděcího kola. Konstrukčně je velmi jednoduchá, proto je hodně v praxi rozšířena, lze použít pro různé průtokové objemy i různé spády.

Kaplanova turbína

- je hodně rozšířena na našich vodních dílech (Orlík, Slapy, aj.). Vynálezcem je český - brněnský profesor Viktor Kaplan (1876 - 1934).

Účinnost vodních turbín je 75 - 95 %. Používají se k pohonu generátorů pro výrobu elektrické energie v hydroelektrárnách. Hydroelektrárny mají největší význam pro vykrytí energetických špiček.

Obsah

 1. Proudění vody a vzduchu

2