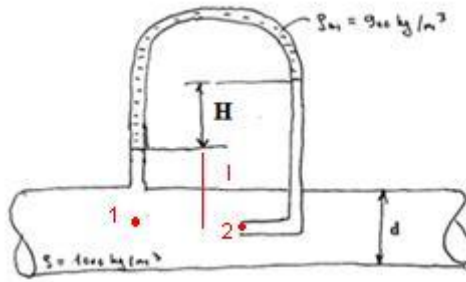


ENERGIJSKE PRETVORBE, 2. domaća zadaća, siječanj 2014.

1. zadatak

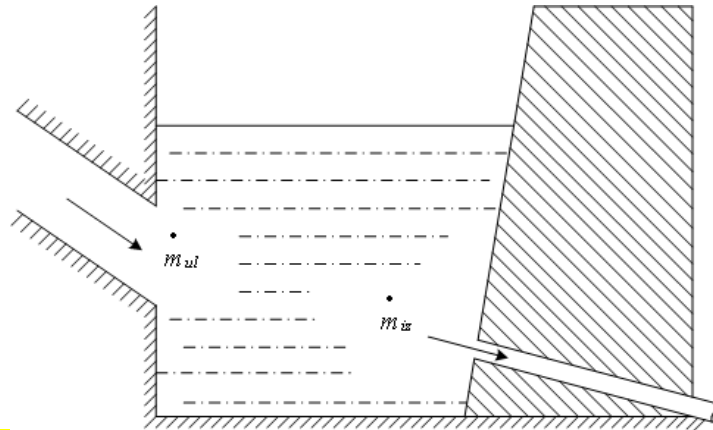
Idealna kapljevina (voda) struji kroz cijev hidroelektrane prema slici. Koliki je protok vode? $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, $H = 3 \text{ m}$, $d = 2 \text{ m}$.



$$\begin{aligned} p_1 + \frac{1}{2} \rho_v v_1^2 + \rho_v g h_1 &= p_2 + \frac{1}{2} \rho_v v_2^2 + \rho_v g h_2 \\ v_2 &= 0 \\ h_1 &= h_2 \\ p_1 + \frac{1}{2} \rho_v v_1^2 &= p_2 \\ v_1 &= \sqrt{\frac{2(p_2 - p_1)}{\rho_v}} \\ p_1 - \rho_v g l - \rho_m g H &= p_2 - \rho_v g(l + H) \\ p_1 - \rho_m g H &= p_2 - \rho_v g H \\ v &= \sqrt{2gH \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho_v}\right)} \\ v_1 &= \sqrt{2gH \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho_v}\right)} = \sqrt{2 * 9.81 * 3 * \left(1 - \frac{900}{1000}\right)} = 2.43 \text{ m/s} \\ q_v &= A * v_1 = \left(\frac{d}{2}\right)^2 * \pi * 2.43 = 7.63 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

2. zadatak

Rijeka utječe u akumulacijsko jezero površine 580 km^2 , slika. Protok je rijeke na ulazu u akumulacijsko jezero $1200 \text{ m}^3/\text{s}$ dok istodobno iz akumulacijskog jezera otječe $220 \text{ m}^3/\text{s}$. Nakon 24 sata za koliko će se cm povisiti razina vode u akumulacijskom jezeru? Strujanje vode smatrajte jednodimenzionalnim stacionarnim strujanjem idealne kapljevine gustoće 1000 kg/m^3 . $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.



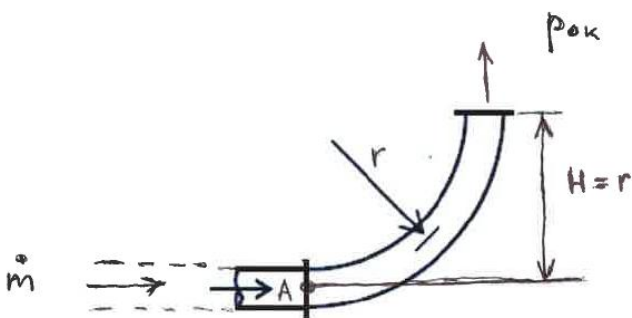
$$\begin{aligned}
 P &= 580 \text{ km}^2 = 580 * 10^6 \text{ m}^2 \\
 t &= 24h = 24 * 60 * 60 = 86400 \text{ s} \\
 q_1 &= 1200 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_2 &= 220 \text{ m}^3/\text{s} \\
 \Delta V &= (q_1 - q_2) * t = (1200 - 220) * 86400 = 980 * 86400 = 84672000 \text{ m}^3 \\
 \Delta H &= \frac{\Delta V}{P} = \frac{84672000}{580 * 10^6} = 0.14599 \text{ m} = 14.6 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

3. zadatak

Iz cijevi polukružnog završetka idealna kapljevina (voda) struji u okolicu, slika. Završetak cijevi skreće strujanje za 90° . Odredite:

- pretlak u točki A i
- veličinu i smjer sile koja sprečava pomicanje cijevi.

Strujanje smatrajte stacionarnim i jednodimenzionalnim, težinu cijevi i vode u cijevi zanemarite, no, računajte s površinskim silama hidrostatskog tlaka vode. Promjer je cijevi 0,1 m, maseni protok kroz cijev 25 kg/s, $r = H = 35 \text{ cm}$, a $\rho_{\text{vode}} = 1000 \text{ kg/m}^3$.



$$c_1 = c_2 = c = \frac{\dot{m}}{\rho A} = \frac{25 \text{ kg/s}}{1000 * \left(\frac{0.1}{2}\right)^2 \pi} = 3.183 \text{ m/s}$$

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho_v v_1^2 + \rho_v g h_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho_v v_2^2 + \rho_v g h_2$$

$$p_1 + \rho_v * g * h_1 = p_2 + \rho_v * g * h_2$$

$$p_2 = p_{ok}$$

$$p_1 - p_{ok} = p_{1,pretlak}$$

$$p_1 - p_{ok} = \rho_v g (h_2 - h_1)$$

$$p_{1,pretlak} = 1000 * 9.81 * 0.35 = 3433.5 \text{ Pa}$$

$$\sum F_x = \sum \dot{m}_i c_i - \sum \dot{m}_u c_u$$

$$F_x + p_{1,pretlak} * A = 0 - \dot{m} c$$

$$F_x = -\dot{m} c - p_{1,pretlak} * A = -106.54 \text{ N}$$

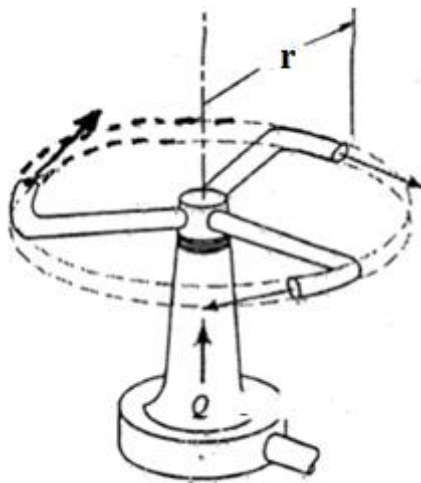
$$F_y = \dot{m} c = 79.575 \text{ N}$$

$$F = \sqrt{(-106.54)^2 + (79.575)^2} = 132.97 \text{ N}$$

$$\varphi = \arctg\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = \arctg\left(\frac{79.575}{-106.54}\right) = -0.641 = 143.24^\circ$$

4. zadatak

5 litara neviskozne i nestlačive vode u sekundi stacionarno struji tangencijalno iz rotora polumjera 0,5 m prema slici. Izlazna je ploština svake sapnice 18 mm². Kolika bi bila kutna brzina rotora kad bi moment otpora okretanju rotora bio jednak nuli?



$$q = 5 \text{ l/s} = 5 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$R = 0.5 \text{ m}$$

$$A_{sapnice} = 18 \text{ mm}^2 = 18 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$c_v = \frac{q}{3 * A_{sapnice}} = \frac{5 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{3 * 18 * 10^{-6} \text{ m}^2} = 92.5926 \text{ m/s} = v_{obod}$$

$$\omega = \frac{v_{obod}}{opseg} * 2\pi = \frac{92.5926 \text{ m/s}}{2 * R * \pi} * 2\pi = 185.19 \text{ rad}$$

5. zadatak

Snaga je Peltonove turbine, promjera rotora 2m i masenog protoka 700 kg/s, 500 kW kad rotira sa 180 okretaja u minuti. Kolika je:

- a) sila kojom voda djeluje na lopatice turbine,
 b) brzina vode na izlazu iz sapnice?
 Izlazni je kut lopatice 20° .

$$P = M\omega_p = F * \frac{d}{2} * 180 \frac{\text{okr}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{okr}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = F * 6\pi$$

$$F = \frac{P}{6\pi} = \frac{500 * 10^3}{6\pi} = 26525.82 \text{ N}$$

$$P = \dot{m}u(c_1 - u)(1 + \cos \beta_1)$$

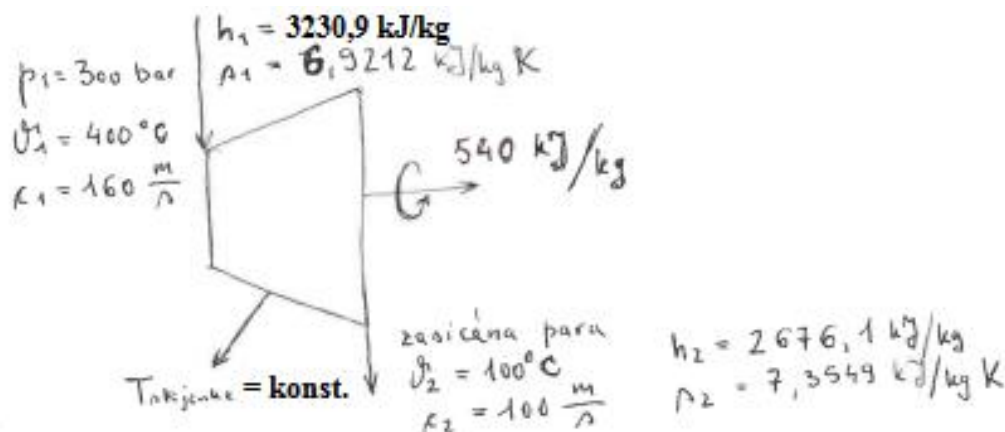
$$P = \dot{m} * r\omega_p(c_1 - r\omega_p)(1 + \cos \beta_1)$$

$$500 * 10^3 = 700 * 1 * 6\pi * (c_1 - 1 * 6\pi)(1 + \cos 20)$$

$$c_1 = \frac{500 * 10^3}{700 * 1 * 6\pi * (1 + \cos 20)} + 1 * 6\pi = 38.39 \text{ m/s}$$

6. zadatak

Proces je u parnoj turbini, smatrajte, jednodimenzionalni stacionarni strujni proces, slika. Kolika je brzina proizvodnje entropije u parnoj turbini po kg pare (izrazite u kJ/kgK). Toplinska energija prelazi u okolicu preko stijenke turbine konstantne temperature 350 K. Promjenu potencijalne energije zanemarite.



$$\frac{\dot{Q}_{KV}}{\dot{m}} = \frac{\dot{W}_{KV}}{\dot{m}} + (h_2 - h_1) + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2}$$

$$\frac{\dot{Q}_{KV}}{\dot{m}} = 540 * 10^3 + (2676.1 - 3230.9) * 10^3 + \frac{100^2 - 160^2}{2} = -22.7 \text{ kJ/kg}$$

$$\frac{dS_{KV}}{dt} = 0 = \frac{\dot{Q}_{KV}}{T} + \dot{m}(s_1 - s_2) + \dot{S}_{\text{proizvodnje}}$$

$$\frac{\dot{S}_{\text{proizvodnje}}}{\dot{m}} = -\frac{\frac{\dot{Q}_{KV}}{\dot{m}}}{T} + (s_2 - s_1)$$

$$\frac{\dot{S}_{\text{proizvodnje}}}{\dot{m}} = -\frac{\frac{\dot{Q}_{KV}}{\dot{m}}}{T} + (s_2 - s_1) = \frac{22.6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{350 \text{ K}} + (7.3549 - 6.9212) = 0.498 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$$