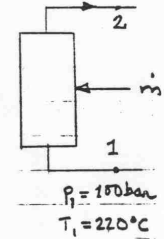


- Ilmastointiputkessa, $d = 0,2$ m virtaa ilmaa keskinopeudella 10 m/s. Virtauksen saa aikaan putken päässä oleva puhallin, johon ilma tulee paineessa 1 bar ja lämpötilassa 20°C .
 - Mikä on ilman tiheys ennen puhallinta?
 - Mikä on puhaltimen ottama teho, jos paineen nousu puhaltimessa on 500 N/m^2 ja virtaus oletetaan kokoonpuristumattomaksi? Puhaltimen $\eta = 0,6$.
 - Mikä on lämpötilan muutos puristuksessa, jos puristus on isentrooppinen? $v = 1,57 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, $M = 28,965 \text{ kg/kmol}$. $\gamma = 1,4$.

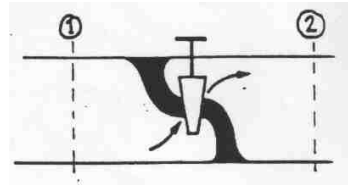
- Höyrykattilassa poltetaan raskasta polttoöljyä, lämpöarvo 42 MJ/kg , $\dot{m} = 4,5 \text{ kg/s}$.

- Mikä on kattilassa vapautuva lämpöteho?
- Kuinka paljon lämpöä siirtyy veteen, jos kattilan jälkeen pisteessä 2 $p_2 = 500 \text{ }^\circ\text{C}$. Veden massavirta on 70 kg/s . Höyryn ja veden entalpiain saa hs-piirroksesta.
- Höyry paisuu turbiinissa pisteen 2 jälkeen paineeseen 2 bar. Mikä on turbiinin antama teho, jos höyryn lämpötila ennen turbiinia on 500°C , $p = 100 \text{ bar}$ ja turbiinin hyötysuhde on $0,88$?
- Mikä on höyryn lämpötila turbiinin jälkeen?



- Kuva esittää venttiiliä, jolla säädetään virtausta.

- Sovella avoimen systeemin energiayhtälöä venttiiliin ja totea, että entalpia säilyy vakiona.
- Vaikka entalpia säilyy vakiona, voi virtauksen lämpötila muuttua kuristuksessa. Lämpötilan muutosta kuvaa Joule-Thomson-kerroin $\mu = (\partial T / \partial p)_h$. Johda sen lauseke taulukkoa käyttämällä.
- Mikä on edellä saadun Joule-Thomson kertoimen numeroarvo ideaalikaasulle?
- Voiko kertoimen μ arvon saada ideaalikaasulle muulla tavalla kuin kohdan b tulosta käyttämällä?

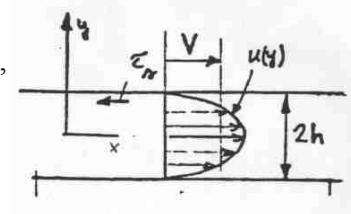


- Kuva esittää täysin kehittyneitä laminaaria nopeusprofiilia kahden tasopinnan välisessä raossa. (ei pyöreässä putkessa)

- Mikä on nopeusjakautumaa $u(y)$ hallitseva differentiaaliyhtälö reunaehtoineen? Käytä kuvan merkintöjä.
- Jos a-kohdan ratkaisu on $u = 1,5V[1-(y/h)^2]$ (ei tarvitse johtaa),

niin mikä on tällöin kitkakerroin $f = \frac{\tau_s}{\frac{1}{2}\rho V^2}$ Reynoldsin luvun

$Re = 4hV/v$ avulla ilmaistuna? Laske ensin $\tau_s = \eta \partial u(h) / \partial y$.



- Ohutseinäisessä ulkopuolelta eristetyssä metalliputkessa, halkaisija 50 mm, virtaa vettä keskinopeudella 3 m/s. Putkea lämmitetään sähkövirralla siten, että lämpöä kehitty $5 \cdot 10^5 \text{ W/m}^2$.

- Kuinka paljon vesi lämpiää 10 metrin matkalla?
- Mikä on putken lämpötila, jos virtauksen keskilämpötila on 20°C ? Vedelle $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$, $\nu = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, $\lambda = 0,6 \text{ W/mK}$, $Pr = 7,0$, $c_p = 4,2 \text{ kJ/kgK}$, $Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4}$

