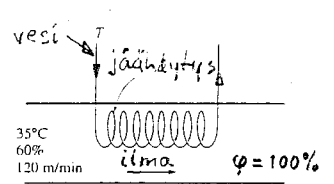


2010 Termodynamiikan perusteet Tentti 16.3.2007

Sallittu kirjallisuus: kaavakokoelma

(älä tee siihen merkintöjä)

1. Ilma virtaa putkessa, halkaisija 0,3 m, nopeudella 2 m/s. Ilman lämpötila on 35 °C, paine 1 bar ja suhteellinen kosteus  $\phi$  60%. Ilmaa jäähdytetään siten, että suhteellinen kosteus jäähdytysosan jälkeen on 100%.



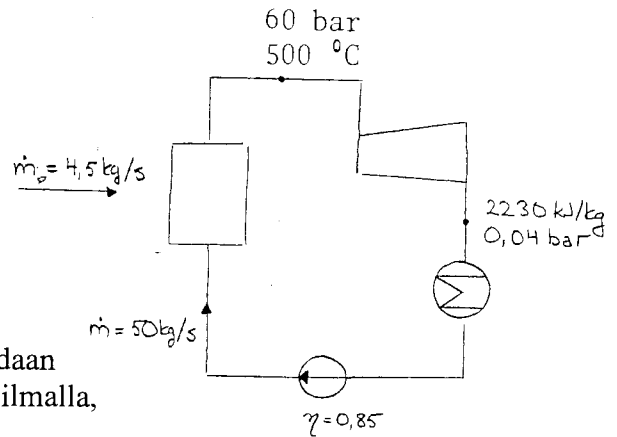
- Mikä on tällöin ilman lämpötila?
- Kuinka paljon ilmasta pitää siirtää lämpöä? Jos et osaa edellistä kohtaa, oletta lämpötilaksi 20 °C.
- Mikä on ilman nopeus jäähdyttimen jälkeen?  $M_i = 28,965$  kg/kmol ja  $M_v = 18,0$  kg/kmol.

2. 1 kilogramma ilmaa  $T = 20$  °C puristetaan suljetussa systeemissä paineesta 1 bar paineeseen 6 bar. a) Laske kaasun sisäenergian muutos, jos prosessi on isoterminen. b) Laske systeemiin tuotu lämpö ja tehty työ isoteremiselle prosessille. c) Kuinka paljon lämpötila nousee puristuksessa, jos prosessi on isentrooppinen? Ilmalle  $\gamma = 1,4$  ja  $c_p = 1,0$  kJ/kg K.

3. Kuva esittää yksinkertaistettua höyryvoimaprozessia.

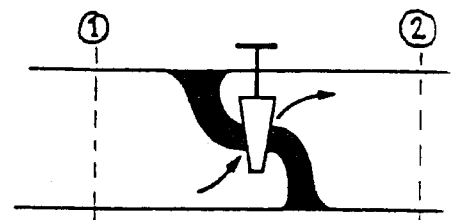
Laske

- turbiinin teho
- höyryn lämpötila turpiinin jälkeen,
- pumpun tehonkulutus,
- prosessin hyötysuhde, kun kattilaan tuotavan polttoaineen lämpöarvo  $q = 40$  MJ/kg. ( $\phi = \dot{m}_p q$ )
- Kuinka paljon voimalaitoksen tuottamalla sähköllä voidaan siirtää lämpöä esim.huoneistoa jäähdytettäessä kuumalla ilmalla, jos jäähdytysprosessin kylmäkerroin on 1?



4. 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  $\mu = \left( \frac{\partial T}{\partial p} \right)_h$ . Johda sen lauseke taulukkoa käyttämällä.
- Mikä on edellä saadun Joule-Thomson kertoimen numeroarvo ideaalikaasulle? Laske  $\mu$  määritelmästä.
- Kertoimen  $\mu$  saa ideaalikaasulle myös muulla tavalla kuin laskemalla b-kohdan menetelmällä. Miten?



5. Kuva esittää suutinta, josta puhalletaan ilmaa masuunin alaosaan. Tuloputkessa leikkauksessa 1 on ilman lämpötila 1500 °C ja masuunin onkalossa  $p_2 = 4$  bar.

- Mikä on ilman tiheys, jos  $p = 4$  bar ja  $T = 1500$  °C?
- Mikä pitää olla paine  $p_1$ , jos  $V_2 = 200$  m/s ja virtaus oletetaan kokoon puristumattomaksi. Käytä Bernoullin yhtälöä.
- Mikä on  $p_2$ , jos virtaus välillä 1-2 oletetaan isentrooppiseksi?

