

TTY

Energia- ja prosessitekniikan laitos

ENER-8240. Voimalaitostekniikka (5 op)

Kirjallisuuden käyttö kielletty

Tentti 27.04.2009

OSA I (aikaa 1 h)

1

- a) Selosta lyhyesti kiinteän polttoaineen kaasutusreaktorin mallinnusmahdollisuudet etuineen ja puutteineen. Vertaile leijukaasutuksen ja pölykaasutuksen mallinnusmahdollisuuksia. (10)
- b) Selosta nestemäisen polttoaineen syttyminen ja palaminen vaiheineen Diesel-moottorin sylinterissä (10)

2

- a) Kaasuturbiinien siipien jäähdytysmenetelmät nykyään? (5)
- b) Polttokennon periaate, tyypit ja mahdolliset tulevat käyttökohteet polttoaineineen? (10)
- c) Suurten Wärtsilän valmistamien laihaseos-kaasumoottorien sytytystavat? (5)

TTY

Energia- ja prosessitekniikan laitos

ENER-8240. Voimalaitostekniikka Kirjallisuuden käyttö sallittu

Tentti 27.04.2009

OSA II (aikaa 2 h)

3. Kaasuturbiinin polttokammioon tapahtuvan höyryinjektion avulla (STIG) voidaan mm. polton NO_x-päästöjä alentaa merkittävästi samalla teholla lisäten. Höyry tulee polttokammioon kammion paineessa lämpötilassa 780 K. Laske kompressorista, polttokammioista ja turbiinista muodostuvan kaasuturbiiniyksikön teho ja hyötysuhde, kun polttokammioon samanaikaisesti tulevat polttoaine virtaukset ovat 2,0 kg/s kevyttä polttoöljyä sekä 1.5 m³/s maakaasua (metaania). Kompressorin painesuhde on 18 ja painehäviöt seuraavat: sisäänvirtaus kompressorin 1,5%, polttokammio 3 % ja ulosvirtaus turbiinista 3,0 %. Kompressorin isentrooppihyötysuhde on 90 % ja turbiinin polytrooppihyötysuhde 89 %. Ulkoilman tila on 1,099 bar ja 300 K. Turbiinin sisäänmenolämpötila on 1500 K ja polttokammion palamisen hyötysuhde 100 %. Kompressorin ja turbiinin mekaaniset hyötysuhteet ovat kumpikin 99 % sekä generaattorin hyötysuhde 98,7 %. Höyryvirran ja ilmavirran moolisuhde on 0.10. (25).

4. Suunnittele metallilevyyn reikiä poraamalla (reikien halkaisija 2,5 mm) valmistettava arina seuraavaan pyöreään leijukerrokseen: arinan halkaisija 1 m, leijutusnopeus 1,3 m/s, paine 1 bar, $\rho_s = 1500 \text{ kg/m}^3$, $\rho_g = 1,2 \text{ kg/m}^3$, $\mu_g = 2 \cdot 10^{-5} \text{ kg/ms}$, $H_{mf} = 0,8 \text{ m}$, $\varepsilon_{mf} = 0.48$. Leijutusmateriaali rajoittaa suurimman sallitun suihkun nopeuden arvoon 50 m/s. Mikä on tarvittava arinan painehäviö ja tarvittava reikien lukumäärä? (15)

5. Kaasuturbiinikombivoimalan pakokaasut virtaavat tilassa 1 bar, 850 K pyöreässä savukavavassa keskinopeudella 65 m/s. Mitaita mahdollisimman lyhyt pyörähdysdiffusori, jonka avulla virtausnopeus lasketaan arvoon 25 m/s siten ettei virtaus irtoa diffusorissa. Laske myös paineen muutos diffusorin yli. Voit käyttää savukaasulle ilman aineominaisuuksia. (10)

6. Vesihöyry (7 bar, 700 K) johdetaan Laval-suuttimeen. Mikä on oltava suuttimen kurkun halkaisija kun virtauksen on oltava enimmillään 200 g/s ja tällöin suuttimen lopussa nopeuden on oltava 1.5 Mach. Laske suuttimen loppupään halkaisija sekä suuttimen jälkeinen paine-alue, jolla loppunopeus saavutetaan. (10)