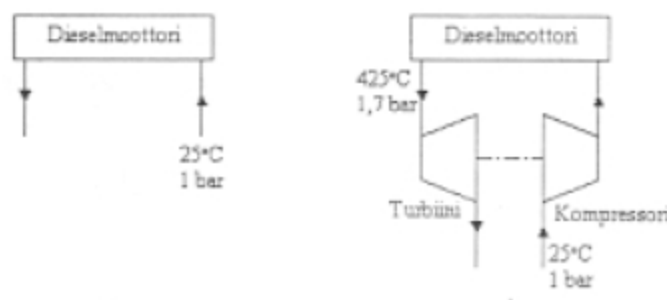


Ene-39.001 Termodynamiikan perusteet

Tentti 13.12.2005 klo 09-13.

Tehtävät 1-4 suoritetaan ensin tukimateriaalin kanssa (klo 9-12) ja sen jälkeen tehtävät 5-6 ilman mitään tukimateriaalia (klo 12-13). Tukimateriaalina saa olla mitä tahansa, mukaanlukien omakätiset luentomuistiinpanot, mutta ei laskuharjoitustehtäviä ratkaisuihin eikä monistetta 147 (tai 135). Opisto- ja AMK-insinöörit suorittavat vain tehtävät 1-4. Kunkin vastauspaperin yläreunaan tulee tällöin merkitä selvästi sana Insinööri.

1. Dieselmoottori käy pyörimisnopeudella 3600 k/min, sen akseliteho on 80 kW ja hyötysuhde 0,30. Palamisilma otetaan suoraan ulkoa (Kuva a alla). Ulkoilman tila on 25°C / 1 bar. Sitten moottorin tehoa päätetään kasvattaa asentamalla siihen pakokaasuturboahdin (Kuva b alla). Pakokaasut poistuvat dieselmoottorista turbiiniin tilassa 425°C / 1,7 bar. Moottorin tehoja ennen ja jälkeen turboahdinten asennuksen vertaillaan samalla pyörimisnopeudella 3600 k/min jolloin ilman tilavuusvirta dieselmoottoriin (sylintereihin) pysyy samana. Samoin dieselmoottorin hyötysuhde pysyy samana. Turboahdinten turbiinin isentrooppinen hyötysuhde on $\eta_{it} = 0,8$ ja kompressorin isentrooppinen hyötysuhde vastaavasti $\eta_{ak} = 0,65$. Voidaan olettaa, että dieselmoottorin polttoaineteho on suoraan verrannollinen sisään menevän hapen massavirtaan (ilman massavirtaan), ja että pakokaasujen massavirta ja ominaislämpökapasiteetti ovat samat kuin ilman vastaavat.



- a) Laske kompressorista moottoriin menevän ilman lämpötila, paine ja tiheys.
b) Laske, kuinka paljon turboahdin kasvattaa polttoainetehoa ja akselitehoa.

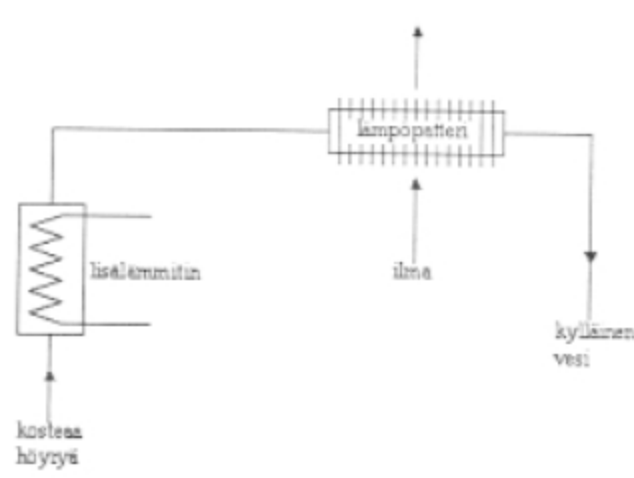
2. Höyryturbiiniin menee 10 kg/s vesihöyryä tilassa 550°C ja 70 bar (abs). Turbiinin akseliteho on 10 MW kun turbiinista lähtevän höyryn paine on 0,3 bar (abs).

- a) Määritä turbiinin isentrooppinen hyötysuhde sekä piiriä turbiinissa tapahtuva paisuntaprosessi oheiseen h,s-piirrookseen. (Repäise h,s-piirros irti kysymyspaperista, kirjoita siihen nimesi ja opiskelijanumerosi ja palauta se vastauspaperien mukana.)
b) Määritä turbiinista poistuvan höyryn lämpötila ja kosteus.
c) Turbiinista höyry menee lauhduttimeen, jossa höyry lauhduu kokonaan. Laske lauhduttimen teho.
d) Laske turbiinissa tapahtuva entropian generointi.

3. Sähkömoottori, jonka pyörimisnopeus on 1470 k/min, pyörittää hihnapyörän välityksellä puhallinta, jonka pyörimisnopeus on 4500 k/min. Puhaltimen imuaukkoon menevä ilmavirta on 0,5 m³/s (20 °C, 1 bar) ja paineaukosta poistuvan ilman lämpötila on 30°C sekä paine 1,05 bar. Sähkömoottorin hyötysuhde on 0,96 ja hihnavälityksen hyötysuhde 0,9.

- a) Laske puhaltimen isentrooppinen hyötysuhde.
b) Laske sähkömoottorin ottama sähköteho ja hihnavälityksessä kehittyvä lämpöteho.
c) Laske vääntömomentti puhaltimen akselilla.

4. Kuvan mukaisessa systeemissä menee 1 kg/s kostea höyryä lisälämmittimeen, jossa höyryä lämmitetään teholla 700 kW. Lisälämmittimestä höyry menee lämpöpatterille, joka lämmitteää ilmaa lämpötilasta 5°C lämpötilaan 75°C. Lämpöpatterille puhallettava ilmamäärä on 30 m³/s. Patterissa höyry lauhduu kylmäiseksi vedeksi. Paine höyrykanavassa on joka kohdassa sama 3 bar.



- a) Määritä höyryn tulistus (lämpötilaero höyryn ja samassa paineessa olevan kylmäisen höyryn välillä) lisälämmittimen ja lämpöpatterin välillä.

20. (jatkoa)

Tarkempi vesihöyryn h,s-piirros alueelta, jossa höyryvoimaprozessit yleensä toimivat. Entalpiain ja entropian nollatasona on vesi kolmoispisteessä (0,01°C ja 0,00611 bar).

