

TTY/Voimalaitos- ja polttotekniikka

KEB-43200 Voimalaitostekniikka

Tentti 27.11.2015

OSA I (aikaa 1 h)

Kirjallisuuden käyttö kielletty

tentaattori Risto Raiko

1.

- a) Millaiset ovat reaktioasteeltaan 0 ja 0,5 olevien turbiinien juoksusiivistön nopeuskolmiot? (5)
- b) Mitä tapahtuu ilmalle kaasuturbiinin sisäänmenokanavassa? (5)
- c) Miten kaasuturbiini-höyryvoimaprozessista koostuvassa kombilaitoksessa voidaan sähköntuotanto maksimoida? (5)
- d) Selosta lyhyesti nykyisiin hiilivoimalaitoksiin sopivia hiilidioksidin talteenottomenetelmiä?(5)

2

- a)Kuvaile kiertoleijukattilan tärkeimmät komponentit ja niiden tehtävät. Mitä etua leijupoltosta on verrattuna arinapolttoon? (5)
- b)Piirrä pV-tasossa mäntäkompressorissa tapahtuva polytrooppinen ja isoterminen puristus. Kumpi vaatii enemmän työtä ja miksi?(5)
- c) Selosta nestemäisen polttoaineen syttyminen ja palaminen vaiheineen Diesel-moottorin sylinterissä. (10)

TTY/Voimalaitos- ja polttotekniikka

KEB-43200 Voimalaitostekniikka

Kirjallisuuden ja laskimen käyttö sallittu

Tentti 27.11.2015

OSA II (aikaa 2 h) tentaattori Risto Raiko

3. Kaasuturbiinin kompressoriin saapuu ilmaa 15 kg/s tilassa 1,03 bar, 288 K, suht. kosteus 75 %. Kompressorin ja turbiinin painesuhteet ovat molemmat 8,6 ja polytrooppihyötysuhteet 0,82 ja 0,9. Kompressorin jälkeinen ilma kostutetaan vesikylläiseksi ruiskuttamalla sen joukkoon vettä lämpötilassa 290 K. Laske a) ilman lämpötila veden ruiskuttamisen jälkeen. b) ruiskutuksen aiheuttama ilman massavirran kasvu. c) kompressorin tehontarve. (20)

4. Kaasumoottorivoimalan pakokaasut virtaavat tilassa 1,1 bar, 710 K pyöreässä savukanavassa keskinopeudella 40 m/s. Mitoita mahdollisimman lyhyt pyöreä diffuusori, jonka avulla virtausnopeus lasketaan arvoon 12 m/s siten ettei virtaus irtoa diffusorissa. Laske alussa diffusorin tuloreunan poikkipinta-ala tiedosta että savukaasun massavirtaus on 1,4 kg/s. Diffusorin matkalla virtaussuunta muuttuu 60 astetta. Voit käyttää savukaasulle ilman aineominaisuuksia. (10)

5. Vesihöyry (3 bar, 500 K) johdetaan Laval-suuttimeen. Mikä on oltava suuttimen kurkun halkaisija, kun virtauksen on oltava enimmillään 10 g/s ja tällöin suuttimen lopussa nopeuden on oltava 1.6 Mach. Laske suuttimen loppupään halkaisija sekä suuttimen jälkeinen paine-alue, jolla loppunopeus saavutetaan. (10)

6. Sähkön varastointiin suunnitellaan paineilmaparastoa, johon pumpataan halvan sähkön aikana sähkömoottorikäyttöisellä kompressorilla ulkoilmaa 14 barin paineeseen. Kompressorin polytrooppihyötysuhde on 0,84. Kompressori on adiabaattinen ja sen jälkeen on ilman jäähdyttämiseksi vastavirtalämmönsiirrin, jossa paineilma jäähdytetään 70 Celsius-asteisella kaukolämmön paluuedellä. Lämmennyt vesi johdetaan kaukolämpöverkkoon 110 Celsius-asteisena. Paineilmaparastona käytetään veden pinnan alle noin 150 m syvyyteen louhittua luolaa, jossa paineilma voidaan varastoida kokonaan 14 barin paineessa ($T=285$ K). Laske miten suuri paineilmaparaston tilavuuden pitää olla jos mitoitus tilanteessa sähköä on käytettävissä 450 MWh. Sähkömoottorin ja kompressorin mekaaniset häviöt ovat yhteensä 2 %. Laske myös hyödyksi saatava kaukolämpöenergian määrä. Jälkijäähdyttimen lopussa virtausten lämpötilaero on 5 astetta ja ulkoilman tila 1,03 bar ja 290 K. Jälkijäähdyttimestä poistuva paineilma jäähdytetään vielä merivedellä lämpötilaan 285 K ennen paineilmaparastoon johtamista. Virtauksilla ei ole painehäviöitä. (20)