higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

NASIONALE SERTIFIKAAT

KRAGMASJIENE N6

(8190046)

1 Desember 2022 (X-vraestel)
09:00–12:00

BENODIGHEDE: **Stoomtabel (BOE 173)**
Tabelle van superverhitte stoom (Bylaag by BOE 173)

Nieprogrammeerbare sakrekenaars en tekeninstrumente mag gebruik word

Hierdie vraestel bestaan uit 5 bladsye en 'n formuleblad van 6 blaaie.

311Q1E2201

Kopiereg voorbehou

DEPARTEMENT VAN HOËR ONDERWYS EN OPLEIDING
REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA

NASIONALE SERTIFIKAAT
KRAGMASJIENE N6
TYD: 3 UUR
PUNTE: 100

INSTRUKSIES EN INLIGTING

1. Beantwoord enige VYF vrae.
2. Lees al die vrae aandagtig deur.
3. Nommer die antwoorde volgens die nommeringstelsel wat in hierdie vraestel gebruik is.
4. Gebruik slegs 'n blou of swart pen.
5. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1

1.1 In meerfasige kompressie, verduidelik wat bedoel word met *perfekte tussenkoeling*. (2)

1.2 In 'n enkelwerkende, tweefasige wederkerige kompressor is die leweringsdruk nege keer groter as die begindruk terwyl die drukverhouding in albei fases gelyk is. Die kompressie-indeks van die massa van 4,5 kg per minuut is 1,3. Begintoestande is 101,3 kPa en 15 °C. Die kompressorspoed is 300 omwentelings per minuut en die vry volume in albei fases is 5% van die slagvolume.

As ideale koelingstoestande heers, bereken die volgende:

1.2.1 Die absolute temperatuur voor koeling en die absolute leweringstemperatuur (4)

1.2.2 Die totale lewering in kilowatt (3)

1.2.3 Die slagvolume van die laedruksilinder in m^3 (6)

1.2.4 Die volumetriese rendement, geïnduseerde volume en die slagvolume van die hoëdruksilinder in m^3 (5)

[20]

VRAAG 2

2.1 Verduidelik die verskil tussen *werklike droogheidsbreuk* en *isentropiese droogheidsbreuk*. (3)

2.2 Drooggesatureerde stoom gaan 'n nouer-en-wyerspuitstuk teen 'n druk van 900 kPa binne. Die stoom het by die spuitstuk se keel 'n droogheidsfaktor van 0,96 teen 'n druk van 0,5 MPa. Die druk by die uitgang is 0,35 MPa terwyl die stoom 'n werklike en isentropiese droogheidsfaktor van 0,945 en 0,929 onderskeidelik het. 'n Massa stoom van 0,645 kilogram gaan deur die spuitstuk op 'n slag.

Gebruik stoomtabelle en bereken die volgende:

2.2.1 Die spesifieke entalpie, die snelheid in m/s en die spesifieke stoomvolume by die spuitstuk se keel (8)

2.2.2 Die totale werklike uitgangentalpie, totale isentropiese uitgangentalpie en algehele rendement van die spuitstuk (9)

[20]

VRAAG 3

3.1 In 'n snelheidserieparallel-impulsturbine ('velocity-compound impulse turbine'), verduidelik die doel van die *vaste ry blaaie*. (3)

3.2 'n Dubbelry-snelheidserieparallel-impulsturbine ontvang stoom deur 'n stel spuitstukke teen 'n snelheid van 700 m/s en 18°. Die turbine-as draai teen 3 000 rew/min en het 'n gemiddelde deursnee van 750 mm. Die uitgangshoeke van die eerste ry looplemme en vaste lemme, en tweede ry looplemme is 21°, 27° en 35° onderskeidelik. Die snelheidskoëffisiënt van alle lemme is 0,9 en die stoommassavloeitempo is 2,1 kg/s.

Gebruik 'n skaal van 1 cm = 40 m/s en konstrueer die snelheidsdiagramme vir die turbine in die ANTWOORDBOEK. Dui alle lengtes (in cm) en alle hoeke op die diagramme aan.

Gebruik die diagramme en bepaal die volgende: (10)

3.2.1 Die vaste lemme se intreehoek (1)

3.2.2 Die eerstefase- aksiale druk in Newton (3)

3.2.3 Die turbinediagramrendement (3)

[20]

VRAAG 4

4.1 Gee die *eerste wet van termodinamika* in woorde. (3)

4.2 'n Stoomaanleg funksioneer teen 'n druk van 3,5 MPa en produseer superverhitte stoom teen 'n temperatuur van 305 °C en met 'n spesifieke hittekapasiteit van 3,1125 kJ/kg.K. Die aanleg verbrand brandstof met 'n kaloriese waarde van 32 MJ/kg. Die bespaarder verhoog toevoerwatertemperatuur vanaf 24,1 °C tot 83,7 °C terwyl dit 2 100 kJ/kg toegevoegde energie absorbeer. Die stoom by die ingang van die superverwarmer het 'n natheid van 2,13%. Die voorverhitter verhit die lug vanaf 25 °C tot 119 °C. Die lug-brandstofverhouding is 18:1 terwyl die temperatuur by die skoorsteenbasis 177,09 °C is. Die spesifieke hittekapasiteit van lug en rookgasse is 1,005 kJ/kg.K en 1,07 kJ/kg.K onderskeidelik.

Gebruik stoomtabelle en bereken die volgende. Gee alle finale antwoorde korrek afgerond tot TWEE desimale plekke:

4.2.1 Die massa stoom wat gegenereer word in kilogram per kilogram verbrande brandstof (4)

4.2.2 Die termiese rendement van die hele aanleg (4)

4.2.3 Die energie wat die verdamper, superverwarmer en die lugvoorverhitter absorbeer in kJ/kg brandstof (6)

4.2.4 Die persentasie hitte wat saam met die rookgasse in die skoorsteen verdwyn (3)

[20]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 5

5.1 Verduidelik die verskil tussen *geïndikeerde termiese rendement* en *termiese remrendement* van 'n enjin. (3)

5.2 'n Viersilinder-vierslagdieselenjin het 'n binneafmeting en slaglengte van 212 mm en 292 mm onderskeidelik. Die enjin se remspesifieke brandstofverbruik is 0,226 kg/kW.h teen 'n loopspoed van 720 omwentelings per minuut en 'n gemiddelde remdruk van 593 kPa. Die lug-brandstofverhouding is 25:1 en die diesel het 'n kaloriese waarde van 44,2 MJ/kg. Aanvaar dat die lug 'n kenmerkende gaskonstante van 0,287 kJ/kg.K het. Die atmosferiese toestande is 101,1 kPa en 15 °C.

Bereken die volgende:

5.2.1 Enjinremvermoë in kilowatt (4)

5.2.2 Brandstofmassavloeitempo per uur (3)

5.2.3 Termiese remrendement van die enjin (3)

5.2.4 Volumetriese rendement van die enjin (7)

[20]

VRAAG 6

'n Deurlopende gasverbrandingsturbine-eenheid met 'n konstante druk neem lug in teen 95 kPa en 20 °C. Die draaikompressor, met 83% isentropiese rendement, pers lug saam tot 550 kPa. Nadat dit die verbrandingskamer verlaat het, het die brandstofgasse 'n temperatuur van 870 °C. Die turbine, met 'n isentropiese rendement van 80%, laat dit uitsit tot 95 kPa. Aanvaar dat daar 'n gelykmatige werksvloeistof met 'n vloeitempo, adiabatiese indeks en spesifieke hittekapasiteit van 10 kg/s, 1,4 en 1,03 kJ/kg.K onderskeidelik is.

Bereken:

6.1 Die kompressor se isentropiese leweringstemperatuur en werklike absolute leweringstemperatuur (4)

6.2 Die turbine se isentropiese leweringstemperatuur en werklike absolute leweringstemperatuur (4)

6.3 Die kompressor se ingangsvermoë, die turbine se lewering en die aanleg se netto kraglewering in kJ/min (5)

6.4 Die aanleg se termiese energie-inset in kJ/s en die aanleg se termiese rendement (4)

6.5 Die aanleg-arbeidverhouding. (3)

[20]

TOTAAL: 100

Kopiereg voorbehou

KRAGMASJIENE N6

FORMULEBLAD

Enige toepaslike formule mag ook gebruik word.

ENGLISH ***GENERAL*** ***AFRIKAANS***

$$P_a V_a = mRT_a$$

$$R = Cp - Cv$$

$$\gamma = \frac{Cp}{Cv}$$

$PV = c$ $PV = k$

$PV^n = c$ $PV^n = k$

$PV^\gamma = c$ $PV^\gamma = k$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{n-1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}$$

$$\Delta U = m \,.\, Cv \,.\, \Delta T$$

$Q = \Delta U + Wd$ $Q = \Delta U + Av$

$$\Delta s = m\left(Cv \,.\, \ln\frac{P_2}{P_1} + Cp \,.\, \ln\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$\Delta s = m \,.\, Cv \,.\, \ln\frac{P_2}{P_1}$$

$$\Delta s = m \,.\, Cp \,.\, \ln\frac{V_2}{V_1}$$

$$\Delta s = m \,.\, R \,.\, \ln\frac{P_1}{P_2}$$

$$Q = m \,.\, Cp \,.\, \Delta T$$

$$Q = m \,.\, Cv \,.\, \Delta T$$

$$S_{su} = S_g + Cp \,.\, \ln\frac{T_{su}}{T_s}$$

$$S_{fg} = S_g - S_f$$

$$S = S_f + xS_{fg}$$

$$h_{su} = h_g + Cp\ (t_{su} - t_s)$$

Kopiereg voorbehou

ENGLISH ***GENERAL*** ***AFRIKAANS***

$$h_{ws} = h_f + xh_{fg}$$

$$V_{su} = \frac{\frac{n-1}{n}(h_{su} - 1941)}{P_{su}}$$

$$h_{ns} = h_f + xh_{fg}$$

$$V_{ws} = xV_g$$

$$r = \frac{V_s + V_c}{V_c}$$

$$V_{ns} = xV_g$$

$$V_s = \frac{\pi}{4} d^2 \times L$$

$$P_2 = \sqrt{P_1 \times P_3}$$

$$r_{ps} = \sqrt[x]{\frac{P_{x+1}}{P_1}}$$

Different formulae for work done (Wd)

Verskillende formules vir arbeid verrig (Av)

$$= P \times \Delta V$$

$$= P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$= \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{n-1}$$

$$= \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{\gamma - 1}$$

$$= m \,.\, Cp \,.\, \Delta T$$

$$= \frac{xn}{n-1} P_1 V_e \left[\left(\frac{P_{x+1}}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{xn}} - 1 \right]$$

$$= \frac{xn}{n-1} mRT_1 \left[(r_{ps})^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

Kopiereg voorbehou

ENGLISH ***GENERAL*** ***AFRIKAANS***

Different formulae for work done (Wd)

Verskillende formules vir arbeid verrig (Av)

= area of PV-diagram

= area van PV-diagram

= work done first stage + work done second stage + ...

= arbeid verrig eerste stadium + arbeid verrig tweede stadium + ...

$$Wd_{nett} = Wd_t - Wd_c$$

$$Av_{nett} = Av_t - Av_k$$

$$Wd_{nett} = Q_{nett}$$

$$Av_{nett} = Q_{nett}$$

Different formulae for air standard efficiencies (ASE)

Verskillende formules vir lugstandaardrendemente (LSR)

$$= 1 - \left(\frac{1}{r}\right)^{\gamma - 1}$$

$$= 1 - \frac{r_p r_c^{\gamma - 1}}{r_v^{\gamma - 1}\left[(r_p - 1) + \gamma^{r_p}\ (r_c - 1)\right]}$$

$$= \frac{\textit{heat added} - \textit{heat rejected}}{\textit{heat added}} = 1 - \frac{\beta^{\gamma} - 1}{r^{\gamma - 1} \times \gamma\ (\beta - 1)} = \frac{\textit{warmte toegevoeg} - \textit{warmte afgestaan}}{\textit{warmte toegevoeg}}$$

Different volumetric efficiencies, 0_{vol}

Verskillende volumetriese rendemente, 0_{vol}

$$= \frac{\textit{Volume of air taken in}}{\textit{Swept volume}}$$

$$= \frac{\textit{Volume of free air}}{\textit{Swept volume}}$$

$$= \frac{\textit{Volume lug ingeneem}}{\textit{Slagvolume}}$$

$$= \frac{\textit{Volume vrylug}}{\textit{Slagvolume}}$$

$$= 1 - \frac{V_c}{V_s}\left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} - 1\right]$$

Kopiereg voorbehou

ENGLISH	***GENERAL***	***AFRIKAANS***
Different thermal efficiencies, $0_{therm.}$ $= \frac{Wd}{heat\ supplied}$		*Verskillende termiese rendemente, $0_{term.}$* $= \frac{Av}{warmte\ toegevoeg}$
$\eta_{brake\ therm.} = \frac{BP}{m_{f/s} \times CV}$		$\eta_{rem\ term.} = \frac{RD}{m_{b/s} \times WW}$
$\eta_{ind.\ therm.} = \frac{IP}{m_{f/s} \times CV}$		$\eta_{ind.\ term.} = \frac{ID}{m_{b/s} \times WW}$
$\eta_{therm.} = \frac{m_s\ (hs - hw)}{m_f \times CV}$		$\eta_{term.} = \frac{m_s\ (hs - hw)}{m_b \times WW}$
$\eta_c = \frac{T_2^{'} - T_1}{T_2 - T_1}$	$\eta_t = \frac{T_3 - T_4}{T_3 - T_4^{'}}$	$\eta_k = \frac{T_2^{'} - T_1}{T_2 - T_1}$
$\eta_{mech.} = \frac{BP}{IP}$		$\eta_{meg.} = \frac{RD}{ID}$
Indicated efficiency ratio $= \frac{\eta_{ind.\ therm.}}{ASE}$		*Indikateurrendementverhouding* $= \frac{\eta_{ind.\ term.}}{LSR}$
Brake efficiency ratio $= \frac{\eta_{brake\ therm.}}{ASE}$		*Remrendementverhouding* $= \frac{\eta_{rem.\ term.}}{LSR}$
$BP = 2\pi \frac{TN}{60}$	$T = F \times r$	$RD = 2\pi \frac{TN}{60}$
$BP = P_{brake\ mean}\ LANE$		$RD = P_{rem\ gem.}\ LANE$
$IP = P_{ind.\ mean}\ LANE$		$ID = P_{ind.\ gem.}\ LANE$
$ISFC = \frac{m_{f/h}}{IP}$		$ISBV = \frac{m_{b/h}}{ID}$
$BSFC = \frac{m_{f/h}}{BP}$		$RSBV = \frac{m_{b/h}}{RD}$
$COP = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$		$KVW = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$
$COP = \frac{RE}{Wd}$		$KVW = \frac{VE}{Av}$
$P = m\ .\ U\ .\ \Delta Vw$		$D = m\ .\ U\ .\ \Delta Vw$
$F_{ax} = m\ .\ \Delta V_f$		$F_{aks.} = m\ .\ \Delta V_f$

Kopiereg voorbehou

ENGLISH ***GENERAL*** ***AFRIKAANS***

$$\eta_{dia.} = \frac{2 \,.\, U \,.\, \Delta Vw}{V_1^2}$$

$$P_c = P_1\left(\frac{2}{\gamma + 1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$$

$$T_c = T_1\left(\frac{2}{\gamma + 1}\right)$$

$$C_c = \sqrt{2 \times 10^3 \ (h_1 - h_c) + C_1^2}$$

$$C_2 = \sqrt{2 \times 10^3 \ (h_1 - h_2) + C_1^2}$$

$$C_c = \sqrt{2 \times 10^3 \times C_p \ (T_1 - T_c) + C_1^2}$$

$$C_2 = \sqrt{2 \times 10^3 \times C_p \ (T_1 - T_2) + C_1^2}$$

$$A_c = \frac{mV_c}{C_c} \qquad A_2 = \frac{mV_2}{C_2}$$

$$\eta = \frac{h_1 - h_c}{h_1 - h_c^{'}} \qquad \eta = \frac{T_1 - T_c}{T_1 - T_c^{'}}$$

$$\eta = \frac{h_c - h_2}{h_c - h_2^{'}} \qquad \eta = \frac{T_c - T_2}{T_c - T_2^{'}}$$

$$\eta = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_2^{'}} \qquad \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_2^{'}}$$

$$EE = \frac{m_s \ (h_s - h_w)}{m_f \times 2\,257}$$

$$EV = \frac{m_s \ (h_s - h_w)}{m_b \times 2\,257}$$

$$\eta_{iso.} = \frac{Wd_{iso.}}{Wd_{poly.}}$$

$$\eta_{iso.} = \frac{Av_{iso.}}{Av_{poli.}}$$

$$\eta_{rank.} = \frac{Wd}{Q}$$

$$\eta_{rank.} = \frac{Av}{Q}$$

$$\eta_{carn.} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$h = u + pV$$

Kopiereg voorbehou

$$gZ_1 + U_1 + P_1V_1 + \frac{C_1^2}{2} + Q =$$

$$gZ_2 + U_2 + P_2V_2 + \frac{C_2^2}{2} + Wd$$

$$gZ_1 + U_1 + P_1V_1 + \frac{C_1^2}{2} + Q =$$

$$gZ_2 + U_2 + P_2V_2 + \frac{C_2^2}{2} + Av$$

Kopiereg voorbehou