higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

NASIONALE SERTIFIKAAT

KRAGMASJIENE N6

(8190046)

18 November 2020 (X-vraestel)
09:00–12:00

Hierdie vraestel bestaan uit 7 bladsye en 'n formuleblad van 5 bladsye.

148Q1E2018

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 al die vrae.
2. Lees al die vrae aandagtig deur.
3. Nommer die antwoorde volgens die nommeringstelsel wat in hierdie vraestel gebruik word.
4. Hou onderafdelings van vrae bymekaar.
5. Alle sketse en diagramme moet netjies, ten volle benoem en in potlood in die ANTWOORDBOEK geteken word.
6. Skryf alle formules wat gebruik word neer.
7. Toon alle tussenstappe vir berekeninge.
8. Gebruik slegs 'n swart of blou pen.
9. Rond alle finale antwoorde tot DRIE desimale af, tensy dit anders aangedui word.
10. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1

'n Snelheidsaamgestelde ('velocity-compounded'), tweetrap-impulsgasturbine beskik oor twee rye lemme wat deur 'n ry vaste lemme geskei word. Die intree- en uittreehoeke vir die vaste lemme is 36° en 17° onderskeidelik. Die intree- en uittreehoeke vir die eerste ry bewegende lemme is gelyk. Die snelheid van die gas by die inlaat na die tweede trap is 2,2 keer die gemiddelde lemsnelheid. Die massavloeitempo van die gas is 62 kg/s. Die intree- en uittreehoeke vir die twee rye bewegende lemme is gelyk. Daar is 'n 4% snelheidsverlies oor al die lemme as gevolg van wrywing.

1.1 Gebruik 'n lengte van 40 mm vir die gemiddelde lemsnelheid en konstrueer snelheidsdiagramme vir die turbine. Dui die lengte van alle lyne in mm, asook die grootte van alle hoeke, op die diagramme aan. (10)

1.2 Bereken die skaal indien die relatiewe snelheid van die gas by die inlaat na die eerste trap 526 m/s is. (1)

1.3 Vanaf die diagramme, bepaal:

1.3.1 Die grootte van die hoek waarteen die gas die turbine verlaat (1)

1.3.2 Die straalbuissnelheid van die gas in m/s (1)

1.3.3 Die snelheid van die gas wat die eerste trap verlaat in m/s (1)

1.3.4 Die aksiale stukrag in N wat in die turbine opgewek word (3)

1.3.5 Die vermoë in MW wat deur die turbine opgewek word (3)

[20]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 2

Lug teen 'n druk van 653 kPa en 'n temperatuur van 747 °C word in 'n konvergente-divergente straalbuis teen 'n tempo van 240 kg/min na 'n isentropiese temperatuur van 477 °C uitgesit. Die snelheid van die lug in die keel is 584,55 m/s. Die isentropiese rendement van die straalbuis is 90%. Beskou die Cp vir lug as 1,005 kJ/kg.°C en R as 0,287 kJ/kg.°C. Ignoreer die snelheid van die lug by die inlaat.

Bereken:

2.1 Die absolute temperatuur van die lug in die keel (2)

2.2 Die waarde van gamma (2)

2.3 Die druk by die keel in kPa (2)

2.4 By die uitgang:

2.4.1 Die druk in kPa

2.4.2 Die absolute werklike lugtemperatuur

2.4.3 Die snelheid van die lug in m/s

2.4.4 Die spesifieke volume van die lug

2.4.5 Die oppervlakte in mm^2

2.4.6 Die deursnee in mm

(6 × 2) (12)

2.5 Die volume van die lug wat deur die keel beweeg in m^3/s (2)

[20]

VRAAG 3

'n Toets is uitgevoer in 'n stoomaanleg wat uit 'n hitteverhaler, verdamper en 'n oorverhitter bestaan. Die volgende data is aangeteken:

Gemiddelde stoomketeldruk	2 MPa
Droogheidsfaktor van stoom by die oorverhitterinlaat	0,92
Finale stoomtemperatuur	250 °C
Toevoerwatertemperatuur na die hitteverhaler	59 °C
Toevoerwatertemperatuur na die verdamper	104,8 °C
Massa stoom wat per uur gegenereer word	28 000 kg
Brandstofverbruik per uur	2 940 kg
Kaloriese waarde van brandstof	31 MJ/kg
Vogvorming per kg brandstof	0,55 kg
Droërookgasvorming per kg brandstof	16 kg
Temperatuur van die rookgas by die uitlaat van die hitteverhaler	200 °C
Atmosferiese temperatuur	20 °C
Atmosferiese druk	100 kPa
Spesifieke warmtekapasiteit van die droërookgas	1,05 kJ/kg.K
Spesifieke warmtekapasiteit van water	4,2 kJ/kg.K

3.1 Gebruik slegs die stoomtabelle om die volgende te bereken:

3.1.1 Die warmteoordrag in die hitteverhaler in kJ/kg stoom (2)

3.1.2 Die warmteoordrag in die verdamper in kJ/kg stoom (2)

3.1.3 Die warmteoordrag in die oorverhitter in kJ/kg stoom (3)

3.1.4 Die warmte wat verlore gaan met die oorverhitte verbrandingsvog wat die aanleg saam met die rookgasse verlaat in kJ/min (3)

3.1.5 Die warmte wat met die droë rookgasse verlore gaan in kJ/min (3)

3.2 Stel 'n warmtebalans op in kJ/min en as 'n persentasie van die warmte wat gelewer word om die persentasie warmte wat aan uitstraling verlore gaan, te bepaal. Sluit al die aanlegkomponente asook die nat en droë rookgasse in. Aanvaar 'n 3% energieverlies weens as en onverbrande brandstof. (7)

[20]

VRAAG 4

'n Viersilinder, vierslagpetrolenjin is teen 2 900 r/min op 'n Prönyrem getoets. Die brandstofverbruik was 0,3 kg/min vir brandstof met 'n kaloriese waarde van 43 MJ/kg. Die skaal op die remarm van 1 100 mm het 'n lesing van 17,412 kg netto gelewer. Die massa van die uitlaatgasse wat gevorm is was 290 kg/h en die uitlaatgastemperatuurstyging was 530 °C. Die verhouding van die aangewese termiese rendement tot die rem termiese rendement was 4:3. Die verkoelingswatervloeitempo was 14 kg/min met 'n temperatuurstyging van 52 °C. Die spesifieke warmtekapasiteit van die uitlaatgas was 1,045 kJ/kg.K en vir die water 4,2 kJ/kg.K.

4.1 Bereken:

4.1.1 Die remvermoë in kW (3)

4.1.2 Die aangewese vermoë in kW (2)

4.1.3 Die remspesifieke brandstofverbruik in kg/kW.h (2)

4.1.4 Die lug-brandstofverhouding (2)

4.1.5 Die energie wat deur die uitlaatgasse weggevoer word in kJ/min (2)

4.1.6 Die aangewese termiese rendement (2)

4.2 Stel 'n warmtebalans op in kJ/min en as 'n persentasie van die warmte wat gelewer word om die persentasie warmte wat aan uitstraling verlore gaan, te bepaal. Aanvaar dat die warmte wat weens wrywing verlore gegaan het deur die verkoelingswater geabsorbeer is. (7)

[20]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 5

'n Tweetrap, enkelwerkende, wederkerige kompressor lewer 14,6 kg lug per minuut terwyl dit teen 310 r/min draai. Die aanvangsdruk en -temperatuur vir die laedruksilinder is onderskeidelik 98 kPa en 24 °C. Die lugtemperatuur ná samepersing in die laedruksilinder is 142 °C. Die temperatuur van die lug wat die tussenkoeler verlaat is 59 °C. Die drukverhouding vir die laedruksilinder is 4:1 en vir die hoëdruksilinder 3,5:1. Die deursnee van die laedruksilinder is 360 mm met 'n slaglengte van 450 mm.

Bereken:

5.1 Die indeks (n) vir kompressie korrek tot TWEE desimale (4)

5.2 Die vermoë in kW wat nodig is om die kompressor aan te dryf (4)

5.3 Vir die laedruksilinder:

5.3.1 Die doeltreffende slagvolume in m^3/siklus (3)

5.3.2 Die slagvolume in m^3/siklus (2)

5.3.3 Die volumetriese rendement (2)

5.4 Vir die hoëdruksilinder (neem dieselfde volumetriese rendement as vir die laedruksilinder):

5.4.1 Die effektiewe slagvolume in m^3/siklus korrek tot VIER desimale (3)

5.4.2 Die slagvolume in m^3/siklus korrek tot VIER desimale (2)

[20]

TOTAAL: 100

Kopiereg voorbehou

FORMULEBLAD

Enige ander toepaslike formule mag gebruik word.

$$P_aV_a = mRT_a$$

$$R = Cp - Cv$$

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

$$\mathrm{PV} = \mathrm{c}$$

$$\mathrm{PV}^{\mathrm{n}} = \mathrm{c}$$

$$\mathrm{PV}^{\gamma} = \mathrm{c}$$

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

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

$$Q = \Delta U + Wd$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$h_{ws} = h_f + xh_{fg} \qquad V_{su} = \frac{\frac{n-1}{n}(h_{su} - 1941)}{P_{su}}$$

Kopiereg voorbehou

$V_{ws} = xV_g$ $\qquad r = \frac{V_s + V_c}{V_c}$

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

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

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

Different formulae for work done (Wd)

$= P \times \Delta V$

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

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

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

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

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

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

= *area of PV-diagram*

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

$Wd_{nett} = Wd_t - Wd_c$

$Wd_{nett} = Q_{nett}$

Kopiereg voorbehou

Different formulae for air-standard efficiencies (ASE)

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

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

$$= \frac{\text{heat added} - \text{heat rejected}}{\text{heat added}} = 1 - \frac{\beta^{\gamma} - 1}{r^{\gamma - 1} \times \gamma\ (\beta - 1)}$$

Different volumetric efficiencies, η_{vol}

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

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

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

Different thermal efficiencies, $\eta_{therm.}$

$$= \frac{Wd}{heat\ supplied}$$

$$\eta_{braketherm.} = \frac{BP}{m_{f/s} \times CV}$$

$$\eta_{ind.therm.} = \frac{IP}{m_{f/s} \times CV}$$

$$\eta_{therm.} = \frac{m_s\ (hs - hw)}{m_f \times CV}$$

$$\eta_c = \frac{T_2^{'} - T_1}{T_2 - T_1} \qquad \eta_t = \frac{T_3 - T_4}{T_3 - T_4^{'}}$$

$$\eta_{mech.} = \frac{BP}{IP}$$

Kopiereg voorbehou

Indicated efficiency ratio

$$= \frac{\eta_{ind.therm.}}{ASE}$$

Brake efficiency ratio

$$= \frac{\eta_{braketherm.}}{ASE}$$

$$BP = 2\pi \frac{TN}{60} \qquad T = F \times r$$

$$BP = P_{brakemean}\ LANE$$

$$IP = P_{ind.mean}\ LANE$$

$$ISFC = \frac{m_{f/h}}{IP}$$

$$BSFC = \frac{m_{f/h}}{BP}$$

$$COP = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$$

$$COP = \frac{RE}{Wd}$$

$$P = m\,.\,U\,.\,\Delta Vw$$

$$F_{ax} = m\,.\,\Delta V_f$$

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

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

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

$$C_c = \sqrt{2\times10^3\ (h_1 - h_c) + C_1^2}$$

$$C_2 = \sqrt{2\times10^3\ (h_1 - h_2) + C_1^2}$$

Kopiereg voorbehou

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$h = u + pV$$

$$gZ_1 + U_1 + P_1V_1 + \frac{C_1^2}{2} + Q = gZ_2 + U_2 + P_2V_2 + \frac{C_2^2}{2} + Wd$$

Kopiereg voorbehou