

Aufgaben zu EWT
GuD-Anlagen und Kraft-Wärme-Kopplung

11/2003-koh

1. Wie groß ist der Gesamtwirkungsgrad einer GuD-Anlage
 - a) ohne Zusatzfeuerung (53,5 %)
 - b) mit Zusatzfeuerung,
wenn der thermische Wirkungsgrad der Gasturbine 0,38 und der der Dampfturbine 0,25 beträgt? Bei b) werden 40 % des Brennstoffs in der Zusatzfeuerung des Abhitzekessels verbrannt. (45,4%)
 - c) Wie groß ist der Bedarf an Heizöl EL ($H_u = 42,7 \text{ MJ/kg}$) in der Brennkammer der Gasturbine bei der elektr. Leistung $P_{el} = 350 \text{ MW}$? (15,3 bzw. 18,05 kg/s)

2. Eine KWK-Anlage besteht aus einer Gasturbine mit elektrischer Leistung $P_{GT} = 240 \text{ MW}$, einem Abhitzekessel und einer Dampfturbine mit elektrischer Leistung $P_{DT} = 120 \text{ MW}$. Die Anlage wird zur Strom- und Heizwärmeversorgung eines Stadtbezirks eingesetzt. Sie weist einen Energienutzungsgrad $\eta_{KWK} = 87\%$ auf. In der Gasturbinenbrennkammer werden $m = 12,9 \text{ kg/s}$ Erdgas ($H_u = 49 \text{ MJ/kg}$) mit einer Luftüberschusszahl $\lambda = 2,4$ verbrannt.
Bestimmen Sie
 - a) die Heizwärmeleistung Q_{HW} (190 MW)
 - b) die Stromkennzahl σ der KWK-Anlage (1,9)
 - c) den thermischen Wirkungsgrad der Gasturbine η_{GT} und Dampfturbine η_{DT} (0,38; 0,31)
 - d) den gesamten elektrischen Wirkungsgrad η_{GUD} der Anlage sowie (57,0 %)
 - e) den Abgaswärmeverlust Q_{AG} und die Abgastemperatur T_{AG} des Abhitzekessels. Dabei sei der Mindest-Verbrennungsluftbedarf $L_{min} = 17 \text{ kg/kg}$ und die spezif. Wärmekapazität des Abgases $c_{p,AG} = 1,05 \text{ kJ/kg K}$. (82 MJ/s; 145°C)

3. In einem Industriekraftwerk mit Gegendruckturbine soll Prozesswärme ausgekoppelt werden. Die Anlage weist folgende Parameter auf: Frischdampf-Zustand: $p_1 = 100 \text{ bar}$, $\theta_1 = 550 \text{ °C}$, $h_1 = 3500 \text{ kJ/kg}$, $m = 50 \text{ kg/s}$; Abdampf $h_2 = 2717 \text{ kJ/kg}$; Speisewasser $h_3 = 584,3 \text{ kJ/kg}$; ferner sei der Innenwirkungsgrad der Turbine $\eta_T = 0,90$ und der Wirkungsgrad des Generators $\eta_G = 0,98$.
Bestimmen Sie
 - a) den thermischen Wirkungsgrad η_{GD} der Gegendruck-Anlage (0,269)
 - b) die elektrische Leistung P_{el} (38,4 MW)
 - c) die Nutzwärmeleistung P_{QN} , wenn der Wärmeverlust beim Verbraucher $\eta_V = 20\%$ beträgt (85,3 MW)
 - d) die Stromkennzahl σ und schließlich (0,45)
 - e) den Energienutzungsgrad η_{KWK} der KWK-Anlage. (84,8 %)

4. Der idealisierte Kreisprozeß eines Dieselmotors mit dem Verdichtungsverhältnis $\epsilon = 18$, einem Anfangszustand $T_1 = 343 \text{ K}$, $p_1 = 1 \text{ bar}$ und einer höchsten Temperatur $T_3 = 1973 \text{ K}$ mit Luft als Arbeitsmittel ($x = 1,4$) ist zuerst zu berechnen.
Bestimmen Sie:
 - a) den Druck und die Temperatur an den vier Eckpunkten der Zustandsänderungen (1 bar; 57,4 bar; 57,4 bar; 2,28 bar; 343 K; 1090 K; 1973 K; 785 K)
 - b) das Einspritzverhältnis ϕ (1,81)
 - c) den thermischen Wirkungsgrad η_{th} (64,0)
 - d) den idealisierten Wirkungsgrad η_C (Carnot-Wirkungsgrad) (82,6)

- e) Bestimmen Sie nun zum Vergleich die effektive Leistung P_{eff} (in kWh und PS) und den effektiven Wirkungsgrad η_{eff} eines realen Dieselmotors mit dem Hubraum $V_H = 5,75 \text{ l}$, Verdichtungsverhältnis $\varepsilon = 18$, Drehzahl $n = 3000 \text{ U/min}$, indiziertem Druck $p_i = 10 \text{ bar}$, spezif. Kraftstoffverbrauch $b_e = 240 \text{ g/kWh}$ ($H_u = 11,67 \text{ kWh/kg}$) und einem mechanischen Wirkungsgrad $\eta_m = 0,85$.
(122,2 kWh; 166 PS; 35,7%)
5. Ein Gasmotor-BHKW verbrennt $0,04 \text{ kg}$ Erdgas ($H_u = 46 \text{ MJ/kg}$) je Sekunde und gibt dabei eine Heizleistung $P_{\text{QH}} = 930 \text{ kW}$ bei einer Stromkennzahl $\sigma = 0,72$ ab. Bestimmen Sie den elektrischen Wirkungsgrad η_{el} und den gesamten Energienutzungsgrad η_{BHKW} .
(0,364; 0,869)
6. Ein BHKW ($\eta_{\text{BHKW}} = 0,88$) erzeuge 80 MWh Strom und 100 MWh Wärme. Der Brennstoff habe den Heizwert $H_u = 11 \text{ kWh/kg}$. Wie groß sind die Primärenergieeinsparung und Brennstoffeinsparung in diesem BHKW gegenüber der Bezugsvariante mit getrennter Erzeugung von Strom in einem Dampfkraftwerk (DKW, $\eta_{\text{DKW}} = 0,36$) und Wärme in einem Heizwerk (HW, $\eta_{\text{HW}} = 0,90$)?
(128,8 MWh; 38,6 %)