

Teoria maszyn cieplnych - ćwiczenia

Lista nr 11

1. Turbina gazowa pracuje w układzie zamkniętym (obieg Braytona) przy następujących parametrach: $p_1 = 0,1 \text{ MPa}$, $T_1 = 293 \text{ K}$, $T_3 = 973 \text{ K}$, spręż $\sigma = p_2/p_1 = 6$, sprawność wewnętrzna turbiny $\eta_{it} = 0,87$, sprężarki $\eta_{is} = 0,85$. Czynnikiem obiegowym jest powietrze, które można traktować jak gaz doskonały. Sprężarka zasysa $m = 2 \cdot 10^5 \text{ kg/h}$ powietrza. Obliczyć: a) temperaturę w charakterystycznych punktach obiegu, b) moc wewnętrzną turbiny N_{it} i sprężarki N_{is} , c) sprawność termiczną obiegu. **Odp: $T_{2s} = 489 \text{ K}$, $T_2 = 524 \text{ K}$, $T_{4s} = 583 \text{ K}$, $T_4 = 634 \text{ K}$, $N_{it} = 19,02 \text{ MW}$, $N_{is} = 12,96 \text{ MW}$, $\eta_B = 0,4$.**

2. W obiegu turbiny gazowej z izobaryczną komorą spalania zastosowano regenerację ciepła. Czynnik obiegowy (o właściwościach powietrza) ma parametry $p_1 = 0,1 \text{ MPa}$, $T_1 = 288 \text{ K}$, $T_3 = 1053 \text{ K}$. Stosunek sprężania wynosi $\sigma = 4,8$, sprawności wewnętrzne turbiny i sprężarki wynoszą odpowiednio $\eta_{it} = 0,85$, $\eta_{is} = 0,83$. Obliczyć: a) sprawność obiegu bez regeneracji η_B , b) sprawność obiegu z regeneracją η_r . **Odp: $\eta_r = 0,393$, $\eta_B = 0,223$.**

3. W zespole turbiny gazowej zastosowano regenerację ciepła. Obieg porównawczy składa się z dwu izentrop i dwu przemian izobarycznych. Czynnikiem obiegowym jest argon (gaz doskonały). Parametry czynnika w poszczególnych punktach obiegu wynoszą: $T_1 = 300 \text{ K}$, $T_3 = 900 \text{ K}$, $T_{IV} = T_4 - 70 \text{ K}$, $\sigma = 2,5$. Moc całego agregatu $N = 5000 \text{ kW}$. Założyć, że sprawność mechaniczna maszyn $\eta_m = 1,0$. Obliczyć: a) strumień n gazu, b) sprawność termiczną obiegu η_t , c) ciepło Q_d doprowadzone z zewnętrznego źródła cieplejszego, ciepło Q_w odprowadzane do zimniejszego źródła zewnętrznego oraz ciepło Q_r regenerowane w wymienniku, d) moc turbiny N_t i sprężarki N_s , e) przyrost sprawności termicznej obiegu w porównaniu z obiegiem bez regeneracji ciepła. **Odp: $n = 1,68 \text{ kmol/s}$, $\eta_t = 0,41$, $Q_d = 12,07 \text{ MW}$, $Q_w = 7,07 \text{ MW}$, $Q_r = 4,22 \text{ MW}$, $N_t = 9,63 \text{ MW}$, $N_s = 4,63 \text{ MW}$, $\Delta\eta_t = 0,11$.**

4. Do napędu pompy użyto silnika Braytona o mocy 50 kW opalanego gazem. Czynnikiem roboczym jest powietrze traktowane jak gaz doskonały. Określić strumień objętości spalanego gazu V_n , gdy jego wartość opałowa wynosi $W_d = 25000 \text{ kJ/m}^3$. Sprawność pieca $\eta_p = 0,7$, sprawność wewnętrzna sprężarki $\eta_{is} = 0,75$, rozprężarki $\eta_{ir} = 0,78$. Ciśnienie w wymiennikach jest stałe i wynosi odpowiednio $p_{\max} = 0,8 \text{ MPa}$, $p_{\min} = 0,1 \text{ MPa}$. Temperatura na wlocie do sprężarki wynosi $T_1 = 330 \text{ K}$ a na wylocie z rozprężarki $T_4 = 780 \text{ K}$. Jaki jest strumień masy m_p przepływającego przez silnik powietrza? **Odp: $V_n = 85,1 \text{ m}^3/\text{h}$, $m_p = 0,804 \text{ kg/s}$.**

5. W turbinowej siłowni spalinowej z izobaryczną komorą spalania, spalane jest $G_{\text{pal}} = 0,3883 \text{ kg/s}$. Powietrze do spalania dostarcza sprężarka z otoczenia o parametrach $p_1 = 0,1 \text{ MPa}$, $T_1 = 290 \text{ K}$ w ilości $1,65 \text{ kmol/s}$ i spręża je do $p_2 = 0,4 \text{ MPa}$. Do turbiny dopływa $n_{sp} = 4,4 \text{ kmol/kg}$ pal spalin o temperaturze $T_3 = 900 \text{ K}$. Rozprężenie w turbinie przebiega do $p_4 = p_1 = 0,1 \text{ MPa}$. Przyjąć sprawności: $\eta_{is} = 0,85$, $\eta_{it} = 0,87$, $\eta_m = 0,98$ (sprawność mechaniczna maszyn), $Mc_{p \text{ spalin}} = 29,8 \text{ kJ/(kmol K)}$, $Mc_{p \text{ pow.}} = 29,44 \text{ kJ/(kmol K)}$. Obliczyć moc efektywną siłowni N_e . **Odp: $N_e = 3170,7 \text{ kW}$.**