

Idealna sprężarka tłokowa pobiera $V_1 := 1200 \cdot \frac{m^3}{hr}$ powietrza o parametrach $p_1 := 0.985 \cdot \text{bar}$, $t_1 := 12 \text{ }^\circ\text{C}$. Temperatura powietrza opuszczającego sprężarkę wynosi $t_2 := 120 \text{ }^\circ\text{C}$. Woda chłodząca cylindry, w ilości $m_w := 0.45 \cdot \frac{kg}{s}$, ogrzewa się od temperatury $t_{w1} := 10 \text{ }^\circ\text{C}$ do temperatury $t_{w2} := 25 \text{ }^\circ\text{C}$. Obliczyć moc napędową sprężarki, ciśnienie na końcu kompresji zamkniętej oraz spręż sprężarki. Ciepło właściwe wody przyjąć równe $c_w := 4190 \cdot \frac{J}{kg \cdot K}$.

ROZWIĄZANIE

$$kmol := 1000 \cdot mol$$

$$T_1 := (12 + 273.15) \cdot K = 285.15 \text{ } K$$

$$T_2 := (120 + 273.15) \cdot K = 393.15 \text{ } K$$

Uniwersalna stała gazowa

$$MR := 8314 \cdot \frac{J}{kmol \cdot K}$$

$$M := 29 \cdot \frac{kg}{kmol}$$

Indywidualna stała gazowa

$$R := \frac{MR}{M} = 286.69 \frac{J}{kg \cdot K}$$

Gęstość powietrza na dopływie do cylindra

$$\rho_1 := \frac{p_1}{R \cdot T_1} = 1.205 \frac{kg}{m^3}$$

Ciepło właściwe powietrza przy stałym ciśnieniu

$$c_p := 3.5 \cdot R = 1003.4 \frac{J}{kg \cdot K}$$

Strumień masowy powietrza

$$m := V_1 \cdot \rho_1 = 0.4016 \frac{kg}{s}$$

Bilans energetyczny sprężarki

$$Q = I_2 - I_1 + N_t$$

Moc napędowa (techniczna, teoretyczna) sprężarki

$$N_t = I_1 - I_2 + Q$$

Strumień entalpii powietrza

$$I = m \cdot c_p \cdot T$$

Strumień entalpii powietrza na wlocie do sprężarki

$$I_1 := m \cdot c_p \cdot T_1 = (114.92 \cdot 10^3) \text{ W}$$

Strumień entalpii powietrza na wylocie ze sprężarki

$$I_2 := m \cdot c_p \cdot T_2 = (158.44 \cdot 10^3) \text{ W}$$

Strumień ciepła pochłaniany przez wodę chłodzącą

$$Q_w := m_w \cdot c_w \cdot (t_{w2} - t_{w1}) = (28.28 \cdot 10^3) \text{ W}$$

Strumień ciepła oddawanego przez sprężany gaz

$$Q := -Q_w = -28.283 \cdot 10^3 \text{ W}$$

Moc napędowa sprężarki

$$N_t := I_1 - I_2 + Q = -71.807 \cdot 10^3 \text{ W}$$

Strumień ciepła politropy

$$Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1) \quad \text{W}$$

Ciepło właściwe politropy

$$c := \frac{Q}{m \cdot (T_2 - T_1)} = -652.025 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Wykładnik politropy

$$c = c_v \cdot \frac{z - \kappa}{z - 1} \quad \kappa := 1.4 \quad c_v := \frac{c_p}{\kappa} = 716.724 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$z := \frac{c_v \cdot \kappa - c}{c_v - c} = 1.209 \quad \kappa > z > 1$$

Równanie politropy

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{z}{z-1}}$$

Ciśnienie końca kompresji

$$p_2 := \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{z}{z-1}} \cdot p_1 = (6.293 \cdot 10^5) \text{ Pa}$$

Spręż

$$\pi := \frac{p_2}{p_1} = 6.389$$

Moc napędowa sprężarki - sprawdzenie

$$N_t := \frac{m \cdot R \cdot T_1 \cdot z}{z-1} \cdot \left(1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{z-1}{z}} \right) = -71.807 \cdot 10^3 \text{ W}$$