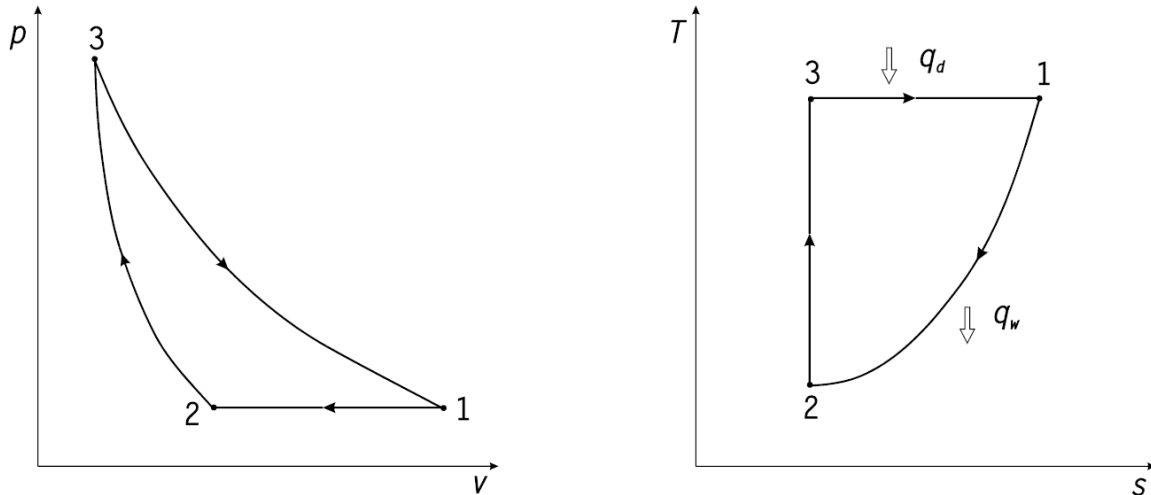


Obieg cieplny silnika składa się kolejno z izobary kompresji 1-2, izentropy i izotermy. Stosunek objętości $V_1/V_2 = 3$, a parametry końca izentropowej kompresji są równe 20 bar i 1500 K. Obliczyć sprawność termiczną obiegu, jeżeli czynnikiem roboczym jest hel He (4). Obieg przedstawić na wykresach o współrzędnych $p - V$ i $T - s$.



W przypadku tego zadania, do obliczenia sprawności termicznej obiegu nie jest potrzebna znajomość ilości substancji.

Koniec izentropowej kompresji to punkt 3, stąd

$$p_3 = 20 \text{ bar}$$

$$T_3 = T_1 = 1500 \text{ K}$$

$$p_1 = p_2 \quad - \text{ izobara}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{3}$$

Z równania izobary 1 - 2

$$T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = \frac{1}{3} \cdot 1500 = 500 \text{ [K]}$$

Dla helu He, gazu jednoatomowego, wykładnik izentropy $\kappa = 1,667$.

Z równania izentropy 2 - 3

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{p_3}{p_1} = \left(\frac{T_3}{T_2} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} = \left(\frac{1500}{500} \right)^{\frac{1,667}{1,667-1}} = 15,58$$

Indywidualna stała gazowa dla helu

$$R = \frac{(MR)}{M} = \frac{8314}{4} = 2078 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

Ciepło właściwe helu przy stałym ciśnieniu

$$c_p = \frac{\kappa R}{\kappa - 1} = \frac{1,667 \cdot 2078}{1,667 - 1} = 5193 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

Jednostkowe ciepło doprowadzone do obiegu jest równe jednostkowej pracy bezwzględnej ekspansji izotermicznej 3 - 1

$$q_d = q_{3-1} = l_{3-1} = RT_1 \ln \frac{p_3}{p_1} = 2078 \cdot 1500 \cdot \ln 15,58 = 8,559 \cdot 10^6 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}} \right]$$

Jednostkowe ciepło wyprowadzone z obiegu to jednostkowe ciepło kompresji izobarycznej 1 - 2

$$q_w = q_{1-2} = c_p (T_2 - T_1) = 5193 \cdot (500 - 1500) = - 5,193 \cdot 10^6 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}} \right]$$

Sprawność termiczna obiegu

$$\eta_t = 1 - \frac{|q_w|}{q_d}$$

$$\eta_t = 1 - \frac{5,179 \cdot 10^6}{8,559 \cdot 10^6} = 0,395$$