

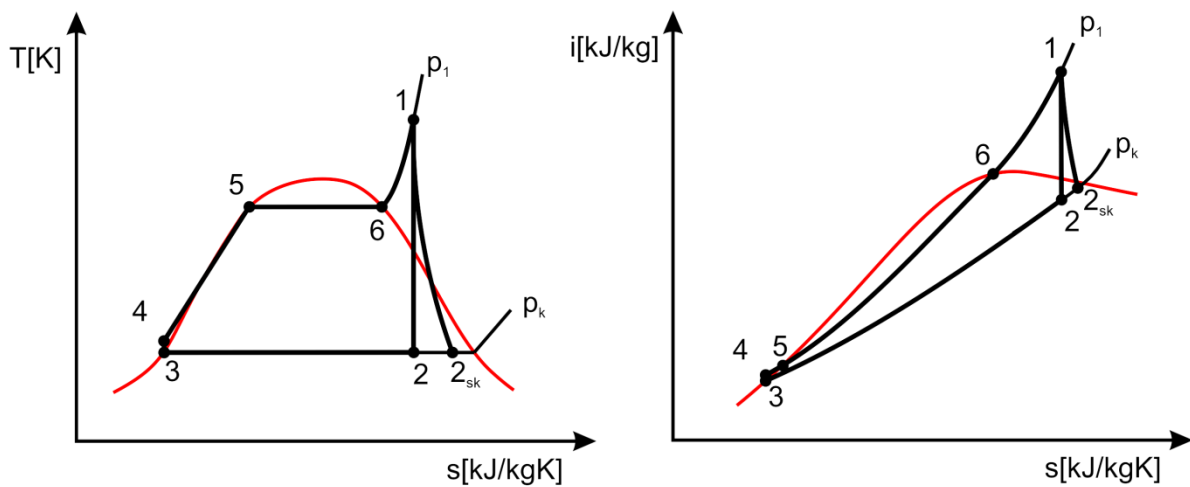
1 Rankin - Clausiův cyklus tepelné elektrárny

Dáno:

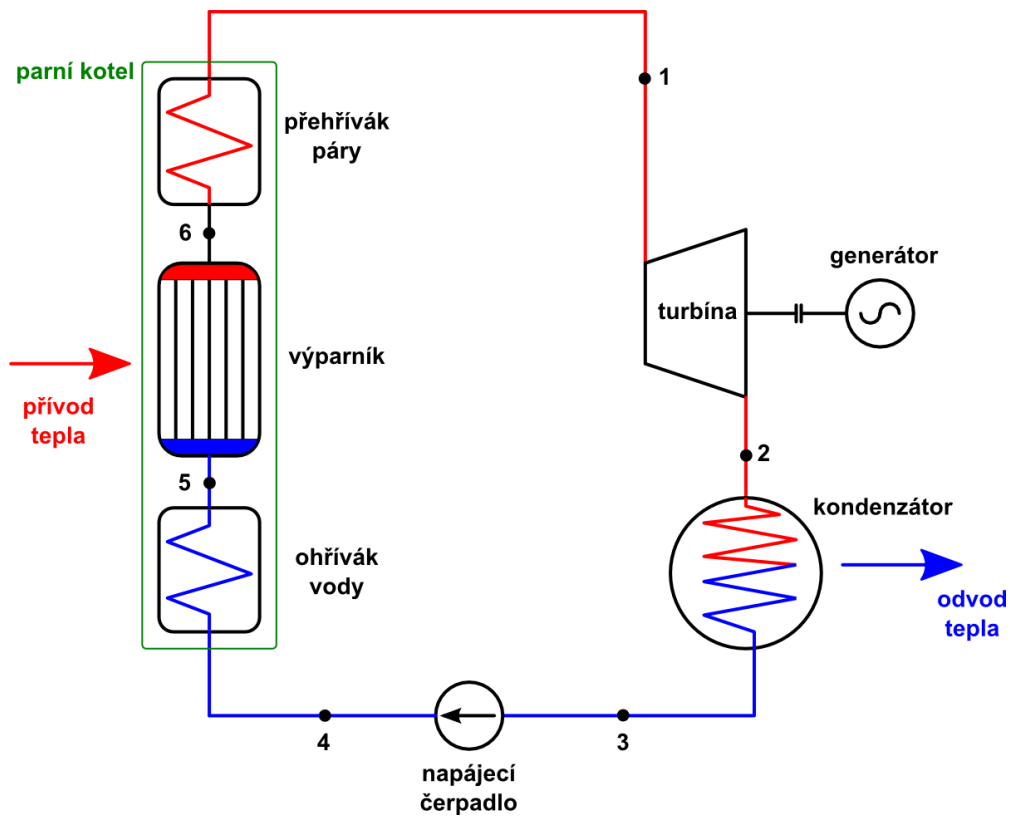
výkon parní turbíny:	$P = 150 \text{ MW}$
tlak páry na vstupu do turbíny (admisní):	$p_1 = 15 \text{ MPa}$
teplota páry na vstupu do turbíny:	$t_1 = 550 \text{ °C}$
kondenzační teplota:	$t_2 = t_3 = 32 \text{ °C}$
výhřevnost paliva:	$q_n = 12\,000 \text{ kJ/kg}$

Vypočtěte:

množství přivedeného a odvedeného tepla (q_p, q_o), měrnou práci oběhu (a), měrnou práci napáječky ($a_{nč}$), tepelnou účinnost oběhu (η_t), hmot. průtok páry (\dot{m}_p), příkon napájecího čerpadla ($P_{nč}$), spotřebu paliva (\dot{m}_{pal})



Obr.1: Znáznornění R - C oběhu v $T - s$ a $i - s$ diagramu vody/vodní páry



Obr.2: Schéma R – C cyklu

Množství měrného přivedeného tepla q_p

$$dq = dh + da_t = dh - v dp; \quad dp = 0$$

$$da_t = 0 \Rightarrow dq = dh \Rightarrow q_p = h_1 - h_4 = 3450 - 149,2 = 3300,8 \text{ kJ/kg}$$

$$h_1(p_1, t_1) = 3450 \text{ kJ/kg}$$

Napájecí čerpadlo

$$dq = 0 = dh + da_t$$

$$\int_3^4 dh = - \int_3^4 da_t \Rightarrow \int_3^4 dh = - \int_3^4 -v dp \Rightarrow h_4 - h_3 = v_3(p_4 - p_3)$$

$$v = \frac{1}{\rho} = \text{konst.} \Rightarrow v_3(t_2, x = 0) = 0,001005 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$h_3(t_2, x = 0) = 134,11 \text{ kJ/kg}$$

$$p_3(t_2) = 0,004759 \text{ MPa}$$

$$h_4 = h_3 + v_3(p_4 - p_3) = 134,11 \cdot 10^3 + 0,001005 \cdot (15 - 0,004759) \cdot 10^6$$

$$h_4 = 149,2 \text{ kJ/kg}$$

Množství měrného odvedeného tepla q_o

$$dq = dh + da_t = dh - v d_p ; d_p = 0$$

$$q_o = h_3 - h_2 = 134,11 - 1977,18 = -1843,07 \text{ kJ/kg}$$

$$s_1(p_1, t_1) = s_2 = 6,523 \text{ kJ/kgK}$$

$$s'_2(t_2, x = 0) = 0,4643 \text{ kJ/kgK}$$

$$s''_2(t_2, x = 1) = 8,4115 \text{ kJ/kgK}$$

$$h'_2(t_2, x = 0) = 134,11 \text{ kJ/kg}$$

$$h''_2(t_2, x = 1) = 2559,2 \text{ kJ/kg}$$

$$x_2 = \frac{s_2 - s'_2}{s''_2 - s'_2} = \frac{6,523 - 0,4643}{8,4115 - 0,4643} = 0,76$$

$$h_2 = h'_2 + x_2 \cdot (h''_2 - h'_2) = 134,11 + 0,76 \cdot (2559,2 - 134,11)$$

$$h_2 = 1977,18 \text{ kJ/kg}$$

Měrná práce oběhu a

$$a = q_p - |q_o| = 3300,8 - 1843,07 = 1475,73 \text{ kJ/kg} = a_t - a_{n\check{c}}$$

$$a_t = h_1 - h_2 = 3450 - 1977,18 = 1472,82 \text{ kJ/kg}$$

$$a_{n\check{c}} = h_4 - h_3 = 149,2 - 134,11 = 15,09 \text{ kJ/kg}$$

Tepelná účinnost oběhu η_t

$$\eta_t = \frac{a}{q_p} = \frac{1457,73}{3300,8} = 0,44$$

Hmotnostní průtok páry \dot{m}_p

$$P = \dot{m}_p \cdot a_t \Rightarrow \dot{m}_p = \frac{P}{a_t} = \frac{150 \cdot 10^6}{1472,82 \cdot 10^3} = 101,8 \text{ kg/s}$$

Příkon napájecího čerpadla $P_{nč}$

$$P_{nč} = \dot{m}_p \cdot a_{nč} = 101,8 \cdot 15,09 \cdot 10^3 = 1536 \text{ kW}$$

Spotřeba paliva \dot{m}_{pal}

$$\dot{Q}_p = \dot{m}_p \cdot q_p = \dot{m}_{pal} \cdot q_n \Rightarrow \dot{m}_{pal} = \frac{\dot{m}_p \cdot q_p}{q_n} = \frac{101,8 \cdot 3300,8 \cdot 10^3}{12000 \cdot 10^3} = 28 \text{ kg/s}$$

$$m_{pal/den} = 28 \cdot 3600 \cdot 24 = 2420 \text{ t/den}$$

1 vagón \doteq 28 tun \Rightarrow 87 vagónů / den