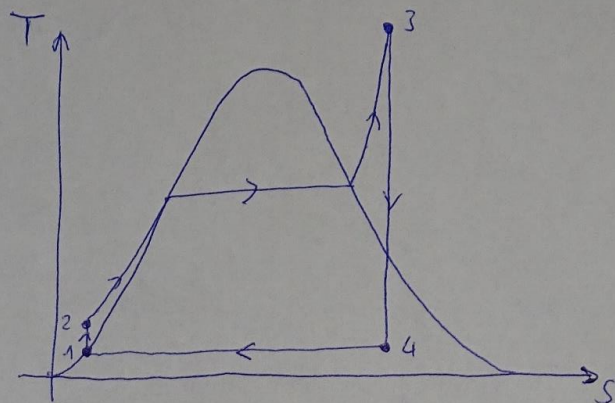
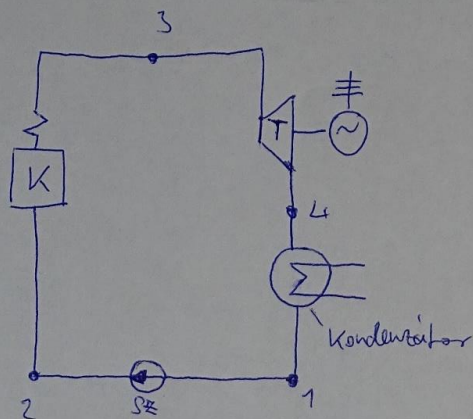


BGTD - 8. Gőzkörfolyamatok

• Rankine - Clausius - körfolyamat



- 1 → 2: adiabatikus + reverzibilis nyomásnövelés a szivattyúval
- 2 → 3: izoterm hőbevezetés (víz melegítése a forráspontig, elgőzölgötetés, fűthetítés) a kazánban és a fűthetőben
- 3 → 4: adiabatikus + reverzibilis expanzió a turbinában
- 4 → 1: gőz-folyadék keverék kondenzációja telített folyadék állapotba a kondenzátorban

8.3.1. $\dot{m}_v = 10 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$

$T_1 = 40 [^{\circ}\text{C}] \quad T_2 = 85 [^{\circ}\text{C}]$

$\bar{c}_v = 4,18 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \right]$

$h_{\text{NG},1} = 2563,2 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$

$h_{\text{NG},2} = 419 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$

$T_{\text{NG}} = 100 [^{\circ}\text{C}]$

- feltételezés:
- stacionárius üzemi állapot
 - a rendszer a környezet felé szigetelt → adiabatikus
 - tápvíz fajhőjét állandónak vesszük a vizsgált hőmérséklet tartományban

bevezetett / kivezetett munka nincs

első főtétel:

$$\Delta \dot{H}_V + \Delta \dot{H}_{NG} = 0$$

$$\bar{c}_V \dot{m}_V (T_2 - T_1) = - \dot{m}_G (h_{NG2} - h_{NG1}) \Rightarrow \dot{m}_G = - \frac{\bar{c}_V \dot{m}_V (T_2 - T_1)}{h_{NG2} - h_{NG1}} =$$

$$= 0,8773 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

második főtétel:

$$\sum_i \dot{S}_e + \Delta \dot{S}_{\text{prod}} = 0$$

$$\Delta \dot{S}_{\text{prod}} = - \sum_i \dot{S}_e = - [\Delta \dot{S}_V + \Delta \dot{S}_{NG}] = - [\dot{m}_V \Delta s_V + \dot{m}_G \Delta s_G]$$

$$= - \left(\dot{m}_V \bar{c}_V \ln \frac{T_2}{T_1} + \dot{m}_G \frac{h_{NG2} - h_{NG1}}{T_{\text{sat}}} \right) =$$

$$= 13,1961 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{K}} \right]$$

első főtétel:

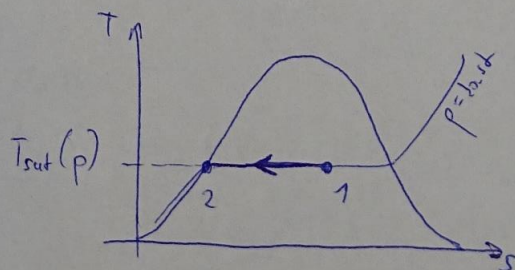
$$dh = T ds + v dp$$

$dp = 0$ / izobár

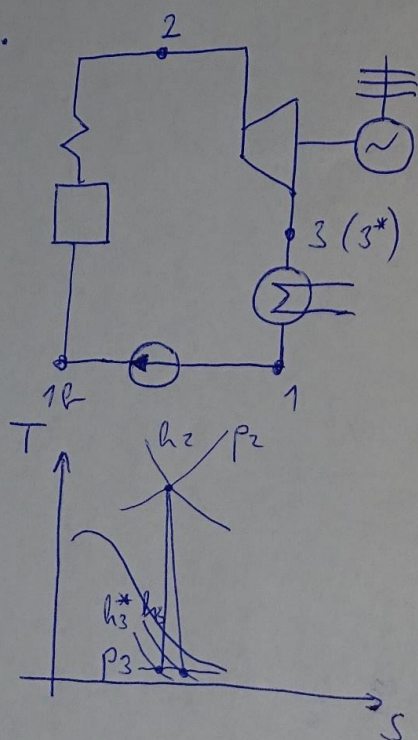
$$ds = \frac{dh}{T} \quad / \int_1^2$$

$$s_2 - s_1 = \frac{h_{NG2} - h_{NG1}}{T_{\text{sat}}}$$

↳ izobár hőelvonás a bifurkációs maximum



8.3.2.



$$\eta_T = 86 [\%]$$

$$\dot{m} = 100 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

$$\eta_T = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_3^*} \Rightarrow h_3 = h_2 - \eta_T (h_2 - h_3^*) = 2180,3814 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

szivattyú fajlagos munkája:

$$\text{első fűtél: } h_{1R} - h_1 = w_{t,1R} + \underbrace{q_{1R}}_{=0 \text{ // adiabatikus //}} =$$

$$= \int_{p_1}^{p_{1R}} v dp = v_1 (p_2 - p_1) = 16,07 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

p_1 $v = \text{const}$ // víz összenyomható //

$p_{1R} = p_2$ // izobár hűtődés 1R és 2 között //

$$h_{1R} = h_1 + v_1 (p_2 - p_1) = 153,84 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

$$|q_{re}| = |h_2 - h_{1R}| = 3283,87 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

$$|q_{el}| = |h_1 - h_3| = 2042,61 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

turbina fajlagos munkája (első fűtél, ismét adiabatikus):

$$|w_T| = |h_3 - h_2| = 1257,33 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

Körfolyamatból nyelhető fajlagos hőtartalom:

$$|w_H| = |w_T| - \underbrace{|w_{sz}|}_{=|w_{t,uv}|} = |q_{ee}| - |q_{el}| = 1241,26 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

hőerő teljesítmény:

$$P_H = \dot{W}_H = |w_H| \cdot \dot{m} = 1241,26 \text{ [MW]}$$

egyenértékű Carnot-körfolyamat:

a) $\Delta s = s_2 - s_1 = s_3^* - s_1$ -re vonatkoztatva:

$$\Delta s = s_2 - s_1 = 6,0053 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \right]$$

$$\bar{T}_{ee} = \frac{|q_{ee}|}{\Delta s} = 546,83 \text{ [K]}$$

$$\bar{T}_{el} = \frac{|q_{el}|}{\Delta s} = 340,13 \text{ [K]}$$

$$\eta_{th} = 1 - \frac{|q_{el}|}{|q_{ee}|} = 0,378 \text{ [1]}$$

$$\eta_c = 1 - \frac{\bar{T}_{el}}{\bar{T}_{ee}} = 0,378 \text{ [1]}$$

b) $\Delta s = s_3 - s_1$ -re vonatkoztatva

első fűtétel a kondenzátornál: $h_1 - h_3 = q_{s1} + \underbrace{w_{t,13}}_{=0}$

$$q_{s1} = q_{el} = T_1(s_1 - s_3) \Rightarrow s_3 = s_1 + \frac{|q_{el}|}{T_1} = 7,1539 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \right]$$

$$\Delta s = s_3 - s_1 = 6,6776 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \right]$$

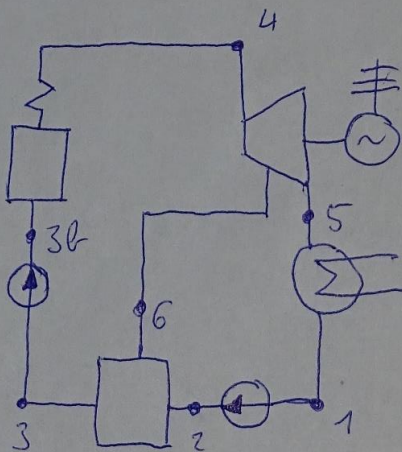
$$\bar{T}_{be} = \frac{|q_{be}|}{\Delta s} = 491,77 \text{ [K]}$$

$$\bar{T}_{el} = \frac{|q_{el}|}{\Delta s} = 305,89 \text{ [K]}$$

$$\eta_{th} = 1 - \frac{|q_{el}|}{|q_{be}|} = 0,378 \text{ [1]}$$

$$\eta_c = 1 - \frac{\bar{T}_{el}}{\bar{T}_{be}} = 0,378 \text{ [1]}$$

8.3.3.



$$\dot{m}_4 = 100 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

$$S_v = 1000 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

expansio izentropikus (adiabaticus + reverzibilis): $s_4 = s_5 = s_6$

első főtétele a kondenzátoron: $h_1 - h_5 = q_{s1} + \underbrace{w_{t,s1}}_{=0} = T_1 (s_1 - s_5) < 0$
||
 T_5
hővesztés

$$\Rightarrow h_5 = h_1 - T_1 (s_1 - s_5) = 1918,11 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

első főtétele az előmelegítő 6 és 3 pontja között:

$$h_3 - h_6 = q_{63} + \underbrace{w_{t,63}}_{=0} = T_3 (s_3 - s_6) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_6 = h_3 - T_3 (s_3 - s_6) = 2472,40 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

tápláló-dömelegítő energiamérlege: $\sum_k \dot{H}_k = 0$ // előjelhelyesen! //

$$\dot{H}_2 + \dot{H}_6 = \dot{H}_3 \quad \leadsto \quad \underset{\substack{\parallel \\ \dot{m}_5 = \dot{m}_4 - \dot{m}_6}}{\dot{m}_2} h_2 + \dot{m}_6 h_6 = \underset{\substack{\parallel \\ \dot{m}_4}}{\dot{m}_3} h_3$$

$$\Rightarrow \dot{m}_6 = \dot{m}_4 \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_6} = 18,71 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right] \Rightarrow \dot{m}_5 = \dot{m}_4 - \dot{m}_6 = 81,29 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

turbina teljesítménye:

$$\dot{W}_T = \dot{m}_4 (h_4 - h_6) + \dot{m}_5 (h_6 - h_5) = 136,59 \text{ [MW]}$$

szivattyúk teljesítménye:

$$\dot{W}_{sz1} = \dot{m}_5 \frac{1}{g} (p_2 - p_1) + \dot{m}_4 \frac{1}{g} (p_{3b} - p_3) = 1,79 \text{ [MW]}$$

víz szorogatlan: $p = \text{const}$

$p_4 \parallel$ 3b és 4 között izobár hűtés //

$$h_{3b} = h_3 + \frac{1}{g} (p_4 - p_3) = 579,12 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

$$\dot{Q}_{be} = \dot{m}_4 (h_u - h_{3b}) = 280,86 \text{ [MW]}$$

$$\dot{Q}_{el} = \dot{m}_5 (h_1 - h_5) = -146,05 \text{ [MW]}$$

$$\dot{W}_H = |\dot{W}_T| - |\dot{W}_{sz}| = |\dot{Q}_{be}| - |\dot{Q}_{el}| = 134,8 \text{ [MW]}$$

$$\eta_{th} = \frac{|\dot{W}_H|}{|\dot{Q}_{be}|} = 0,48 \text{ [1]}$$

$$\overline{T}_{be} = \frac{q_{be}}{\Delta s} = \frac{h_4 - h_{3b}}{s_4 - s_{3b}} = 597,51 \text{ [K]}$$

$\parallel$
 s_3
(reverzibilis)

