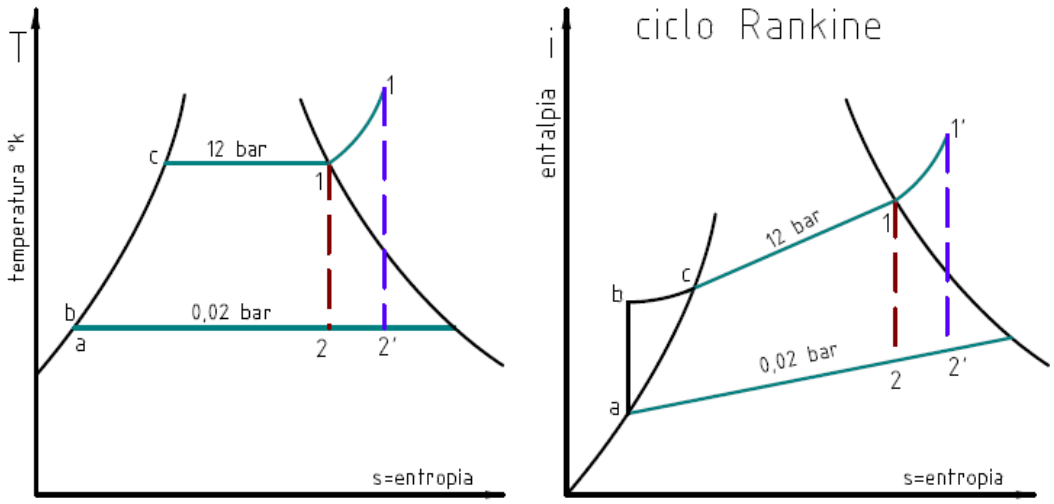
Motrici termiche e macchine frigorifiche



Si determini il coefficiente economico di un ciclo di Rankine in cui la pressione di saturazione del vapore è 12 bar e la pressione di condensazione è 0,02 bar. Le condizioni iniziali sono:
a) vapore saturo secco e b) vapore surriscaldato a 300°C.

Soluzione

a) Come è noto, con evidente significato dei simboli, nel campo dei vapori saturi si ha:

(1) $\varepsilon = \dfrac{l}{q_1} = \dfrac{q_1 - q_2}{q_1} = \dfrac{\left(i_{l_1} + r_1 x_1\right) - \left(i_{l_2} + r_2 x_2\right)}{i_{l_1} + r_1 x_1}$ dove $x_1 = 1$ e gli altri valori si leggono dalle tabelle

(2)

p	t	v'	v''	ρ''	h'	h''	r	s'	s''
bar	$°C$	m^3/kg	m^3/kg	kg/m^3	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	$kJ/kg°K$	$kJ/kg°K$
12	187,96	0,00114	0,1632	6,127	798,43	2782,7	1984,3	2,2161	6,5194
0,02	17,513	0,00100	67,01	0,01492	73,46	2533,6	2460,2	0,2607	8,7246

La trasformazione da 12 bar a 0,02 bar si suppone adiabatica; quindi a entropia costante

(3) $s_{l_1} + \dfrac{r_1}{T_1} = s_{l_2} + \dfrac{r_2 x_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad x_2 = \left(s_{l_1} + \dfrac{r_1}{T_1} - s_{l_2}\right)\dfrac{T_2}{r_2} = \left(2,2161 + \dfrac{1984,3}{273+187,96} - 0,2607\right)\dfrac{273+17,513}{2460,2} = 0,739$

(4) $q_1 = i_{l_1} + r_1 x_1 = 798,43 + 1984,3 = 2782,73 \ \ kJ/kg$ e $q_2 = i_{l_2} + r_2 x_2 = 73,46 + 2460,2 * 0,739 = 1891,55 \ \ kJ/kg$

(5) $\varepsilon = \dfrac{q_1 - q_2}{q_1} = \dfrac{2782,73 - 1891,55}{2782,73} = 0,32$

b) Nel campo dei vapori surriscaldati si ha:

(6) $$\varepsilon = \frac{q_1 + c_{pm}\left(t' - t_1\right) - q_2}{q_1} = \frac{\left[i_{l_1} + r_1 + c_{pm}\left(t' - t_1\right)\right] - \left(i_{l_2} + r_2 x_2\right)}{i_{l_1} + r_1 + c_{pm}\left(t' - t_1\right)}$$

Pure in questo caso siamo in presenza, come supposto, di una trasformazione adiabatica. Quindi scriveremo:

(7) $$s_{l_1} + \frac{r_1}{T_1} + c_{pm} \ln \frac{T'}{T_1} = s_{l_2} + \frac{r_2 x_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad x_2 = \left(s_{l_1} + \frac{r_1}{T_1} + c_{pm} \ln \frac{T'}{T_1} - s_{l_2} \right) \frac{T_2}{r_2} \quad \Rightarrow$$

$$x_2 = \left(2,2161 + \frac{1984,3}{273 + 187,96} + 2,32 \ln \frac{273 + 300}{273 + 187,96} - 0,2607 \right) \frac{273 + 17,513}{2460,2} = 0,765$$

(8) $$q_1 = i_{l_1} + r_1 x_1 + c_{pm}\left(t' - t_1\right) = 798,43 + 1984,3 + 2,32 * \left(300 - 187,96\right) = 3042,66 \ \ kJ/kg$$

(9) $$q_2 = i_{l_2} + r_2 x_2 = 73,46 + 2460,2 * 0,765 = 1955,51 \ \ kJ/kg$$

(10) $$\varepsilon = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{3042,66 - 1955,51}{3042,66} = 0,357$$