

ES. Flash isoterma

Una miscela di idrocarburi leggeri viene inviata in una camera di flash che si trova alla temperatura di 220 K e alla pressione di 3 atm. La composizione della miscela è:

Metano	0.05
Etano	0.55
n-Butano	0.40

Utilizzando i dati riportati nella tabella si chiede di :

- ✓ Stabilire se esiste un equilibrio liquido-vapore;
- ✓ Calcolare le pressioni di bolla e rugiada alla temperatura di 220 K;
- ✓ Calcolare le temperature di bolla e rugiada alla pressione di 3 atm;
- ✓ Calcolare la percentuale di vaporizzato in uscita e la composizione delle correnti di liquido e vapore

Flash isoterma

	M [Kg/Kmole]	T_c [K]	P_c [atm]	ω [-]	T_{ebN} [K]
Metano	16.043	190.6	45.4	0.008	111.7
Etano	30.070	305.4	48.2	0.098	184.5
n-Butano	58.124	425.2	37.5	0.193	272.7

	A	B	C
Metano	15.2243	897.84	-7.16
Etano	15.6637	1511.42	-17.16
n-Butano	15.6782	2154.90	-34.42

$$\ln p_v = A - B/(T + C)$$

$$p_v \text{ [mmHg]} \quad T \text{ [K]}$$

Flash isoterma

$$z_i = \alpha y_i + (1 - \alpha) x_i$$

$$\alpha = V/F$$

$$y_i = K_i x_i$$

$$x_i = \frac{z_i}{1 + \alpha(K_i - 1)}$$

$$y_i = \frac{z_i K_i}{1 + \alpha(K_i - 1)}$$

$$f(\alpha) = \sum_1^{NC} z_i (y_i - x_i) = \sum_1^{NC} z_i \frac{z_i (K_i - 1)}{1 + \alpha(K_i - 1)} = 0$$

Flash isoterma

$$f(\alpha) = \sum_1^{NC} z_i (y_i - x_i) = \sum_1^{NC} z_i \frac{z_i (K_i - 1)}{1 + \alpha (K_i - 1)} = 0$$

$$\frac{df}{d\alpha} = - \sum_1^{NC} \frac{z_i (K_i - 1)^2}{[1 + \alpha (K_i - 1)]^2} < 0$$

Se $f(0) \geq 0$
 $f(1) \leq 0$ **esiste una soluzione**

Flash isoterma

Punto di bolla

$$f_y(0) = \sum_1^{NC} z_i K_i - 1 = 0$$

Punto di rugiada

$$f_x(1) = \sum_1^{NC} \frac{z_i}{K_i} - 1 = 0$$

Flash isoterma

Liquido e vapore ideali

$$\frac{y_i}{x_i} = \frac{p_{vi}}{P}$$

A 220 K e 3 atm

$$P_{v1} = 79.249 \text{ atm}$$

$$K_1 = 26.416$$

$$P_{v2} = 4.8505 \text{ atm}$$

$$K_2 = 1.617$$

$$P_{v3} = 7.678 \cdot 10^{-2} \text{ atm}$$

$$K_3 = 2.559 \cdot 10^{-2}$$

$$f(0) = 1.220031 > 0$$

$$f(1) = -14.97 < 0$$

Flash isoterma

Poichè la derivata f' ha sempre lo stesso segno e può essere valutata analiticamente è conveniente adottare lo schema iterativo di Newton:

$$\alpha^{(n+1)} = \alpha^{(n)} - \frac{f(\alpha^{(n)})}{f'(\alpha^{(n)})}$$

e partendo da $\alpha^{(0)} = 0.5$

$$\alpha^{(0)} = 0.5000$$

$$\alpha^{(1)} = 0.265256$$

$$\alpha^{(2)} = 0.214754$$

$$\alpha^{(3)} = 0.21698117$$

$$\alpha^{(4)} = 0.21698886$$

$$\alpha^{(5)} = 0.21698886$$

$$f(\alpha^{(5)}) = 4 \cdot 10^{-10}$$

$$1 - \alpha = 0.78301114$$

Flash isoterma

$$x_i = \frac{z_i}{1 + \alpha (K_i - 1)}$$

$$y_i = K_i x_i$$

$$x_1 = 7.6745 \cdot 10^{-3}$$

$$x_2 = 0.4850747$$

$$x_3 = 0.50725076$$

$$y_1 = 0.20273280$$

$$y_2 = 0.78428495$$

$$y_3 = 0.012982237$$