

## PMT 3533 - Termohidráulica de Sistemas de Geração de Potência I

### Escoamentos Multifásicos - Exercícios Complementares

- 1- Considere um escoamento líquido-vapor em uma tubulação em condição saturada, em duas situações:  $T_{sat} = 100 \text{ °C}$  e  $T_{sat} = 270 \text{ °C}$ .  
Se o título da mistura nos dois casos for igual a 0,1, nos dois casos e se tivermos as seguintes razões de escorregamento  $S = 1$  e  $S = 2$ , calcule:
- A fração de vazão ( $\alpha$ )
  - A velocidade superficial do gás ( $j_G$ ) em termos da vazão mássica ( $G$ )
  - A densidade média da mistura ( $\rho_m$ )

## SOLUÇÃO

Existem 4 condições a considerar:

Case	$T_{\text{sat}} (^{\circ}\text{C})$	$S$
1	100	1
2	100	2
3	270	1
4	270	2

As propriedades dos fluidos são:

$$T_{\text{sat}} = 100^{\circ}\text{C}: p_{\text{sat}} = 0.1 \text{ MPa}, \rho_v = 0.5978 \text{ kg/m}^3, \rho_\ell = 958.3 \text{ kg/m}^3$$
$$T_{\text{sat}} = 270^{\circ}\text{C}: p_{\text{sat}} = 5.5 \text{ MPa}, \rho_v = 28.06 \text{ kg/m}^3, \rho_\ell = 767.9 \text{ kg/m}^3$$

Então, temos:

a) Cálculo da fração de vazio:

$$\{\alpha\} = \frac{1}{1 + \frac{1 - x}{x} \frac{\rho_v}{\rho_\ell} S}$$

Para o caso 1, temos:

$$\{\alpha\} = \frac{1}{1 + \frac{1 - 0.1}{0.1} \frac{0.5978}{958.3}} = 0.9944 \quad (1)$$

Para o caso 2, temos:

$$\{\alpha\} = \frac{1}{1 + \frac{1 - 0.1}{0.1} \frac{0.5978}{958.3}} = 0.9889 \quad (2)$$

Para o caso 3, temos:

$$\{\alpha\} = \frac{1}{1 + \frac{1 - 0.1}{0.1} \frac{28.06}{767.9}} = 0.7525 \quad (1)$$

Para o caso 4, temos:

$$\{\alpha\} = \frac{1}{1 + \frac{1 - 0.1}{0.1} \frac{28.06}{767.9}} = 0.6032 \quad (2)$$

b) Cálculo da velocidade superficial do gás ( $j_G$ ) em termos da vazão mássica (G):

$$\{j_v\} = \{\alpha V_v\} = \frac{xG_m}{\rho_v}$$

Então, para os casos 1 e 2, temos:

$$j_v = \frac{0.1}{0.5978} G_m = 0.1673 G_m$$

Para os casos 3 e 4, temos:

$$j_v = \frac{0.1}{28.06} G_m = 0.0036 G_m$$

c) Cálculo da densidade média da mistura ( $\rho_m$ ). Para o modelo homogêneo, temos:

$$\{\rho\} = \rho_m = \{\alpha\rho_v\} + \{(1 - \alpha)\rho_\ell\} = \alpha\rho_v + (1 - \alpha)\rho_\ell$$

Caso 1:

$$\{\rho\} = (0.9944)0.5978 + (1 - 0.9944)958.3 = 5.961 \text{ kg/m}^3$$

Caso 2:

$$\{\rho\} = (0.9889)0.5978 + (1 - 0.9889)958.3 = 11.23 \text{ kg/m}^3$$

Caso 3:

$$\{\rho\} = (0.7525)28.06 + (1 - 0.7525)767.9 = 211.17 \text{ kg/m}^3$$

Caso 4:

$$\{\rho\} = (0.6032)28.06 + (1 - 0.6032)767.9 = 321.63 \text{ kg/m}^3$$

