

PME2479 Máquinas Térmicas - 1a. Prova - Questão 4

4) (3 pts) Considere uma turbina de ação de um único estágio. O bocal tem eficiência isoentrópica de 93%. A pressão do vapor na entrada do bocal é de $P_e = 800$ kPa e a temperatura de entrada é de 500 °C. A pressão de saída é de 100 kPa. Vapor deixa o bocal e entra na turbina segundo um ângulo de $\alpha = 20^\circ$ e o ângulo de saída da pá é de $\gamma = 50^\circ$. A relação de velocidade da pá é de 0,5 e o coeficiente de velocidade da pá é 0,95. Determine: (a) o trabalho por kg de vapor, (b) a eficiência da pá e (c) a eficiência isoentrópica da turbina.

$$T_e = 500 \quad P_e = 800 \quad P_s = 100 \quad \alpha = 20 \quad \gamma = 50$$

$$\eta_{\text{bocal}} = 0,93 \quad r_p = 0,5 \quad \frac{V_{2R}}{V_{1R}} = 0,95 \quad h_e = h [\text{'Steam'; } P = P_e; T = T_e]$$

$$s_e = s [\text{'Steam'; } P = P_e; T = T_e] \quad h_s = h [\text{'Steam'; } P = P_s; s = s_e]$$

$$V_1 = [2 \cdot 1000 \cdot (h_e - h_s) \cdot \eta_{\text{bocal}}]^{0,5}$$

$$r_p = \frac{V_B}{V_1} \quad V_{1R} \sin \beta = V_1 \cdot \sin [\alpha] \quad V_{1R} = [V_{1R} \sin \beta^2 + V_{1R} \cos \beta^2]^{0,5}$$

$$V_{1R} \cos \beta + V_B = V_1 \cdot \cos [\alpha] \quad V_{2R} \cos \gamma = V_{2R} \cdot \cos [\gamma]$$

$$w = \frac{V_B}{1000} \cdot [V_{1R} \cos \beta + V_{2R} \cos \gamma] \quad \eta_{\text{pa}} = \frac{w}{\frac{V_1^2}{2 \cdot 1000}}$$

$$\eta_{\text{turb}} = \frac{w}{h_e - h_s}$$

SOLUTION

Unit Settings: SI C kPa kJ mass deg

$$\alpha = 20 \text{ [deg]}$$

$$\eta_{\text{turb}} = 0,7253 \text{ [-]}$$

$$h_s = 2891 \text{ [kJ/kg]}$$

$$r_p = 0,5 \text{ [-]}$$

$$V_{1R} \cos \beta = 460,5 \text{ [m/s]}$$

$$V_1 = 1047 \text{ [m/s]}$$

$$V_B = 523,7 \text{ [m/s]}$$

$$\eta_{\text{bocal}} = 0,93 \text{ [-]}$$

$$\gamma = 50 \text{ [deg]}$$

$$P_e = 800 \text{ [kPa]}$$

$$s_e = 7,867 \text{ [kJ/kg-K]}$$

$$V_{1R} \sin \beta = 358,2 \text{ [m/s]}$$

$$V_{1R} = 583,4 \text{ [m/s]}$$

$$w = 427,7 \text{ [kJ/kg]}$$

$$\eta_{\text{pa}} = 0,7799 \text{ [-]}$$

$$h_e = 3481 \text{ [kJ/kg]}$$

$$P_s = 100 \text{ [kPa]}$$

$$T_e = 500 \text{ [C]}$$

$$V_{2R} \cos \gamma = 356,3 \text{ [m/s]}$$

$$V_{2R} = 554,3 \text{ [m/s]}$$

No unit problems were detected.