

Do dyfuzora sprężarki promieniowej napływa $m_p := 1 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$ powietrza o parametrach $p_1 := 0.95 \text{ bar}$, $T_1 := 290 \text{ K}$, $c_1 := 330 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Prędkość powietrza na wylocie z dyfuzora po kompresji izentropowej wynosi $c_{2s} := 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Obliczyć ciśnienie statyczne, temperaturę i gęstość powietrza na wylocie z dyfuzora oraz pola powierzchni przekroju wlotowego i wylotowego dla kompresji izentropowej i kompresji adiatermicznej nieodwracalnej przy sprawności dyfuzora $\eta_D := 0.978$. Dyfuzor ma kształt rozszerzający się.

$$\text{kmol} := 1000 \text{ mol}$$

ROZWIĄZANIE

$$MR := 8314 \frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}} \quad M := 29 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \quad R := \frac{MR}{M} = 286.69 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$c_p := 3.5 \cdot R = (1.003 \cdot 10^3) \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \quad \kappa := 1.4$$

Prędkość dźwięku dla parametrów na wlocie do dyfuzora

$$a := \sqrt{\kappa \cdot R \cdot T_1} = 341.169 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad c_1 = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Entalpia właściwa na wlocie do dyfuzora

$$i_1 := c_p \cdot T_1 = (290.99 \cdot 10^3) \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Gęstość powietrza na wlocie do dyfuzora

$$\rho_1 := \frac{p_1}{R \cdot T_1} = 1.143 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Równanie bilansu energii dla dyfuzora $E_d = E_w$

$$i_1 + \frac{c_1^2}{2} = i_2 + \frac{c_2^2}{2}$$

Entalpia właściwa na wylocie powietrza z dyfuzora po kompresji izentropowej. Zależność otrzymana z równania bilansu energii dla dyfuzora.

$$i_{2s} := i_1 + \frac{c_1^2 - c_{2s}^2}{2} = (344.19 \cdot 10^3) \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Temperatura powietrza na wylocie z dyfuzora po kompresji izentropowej

$$T_{2s} := \frac{i_{2s}}{c_p} = 343.019 \text{ K}$$

Ciśnienie powietrza na wylocie z dyfuzora

$$p_2 := p_1 \cdot \left(\frac{T_{2s}}{T_1} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} = (1.71 \cdot 10^5) \text{ Pa}$$

Gęstość powietrza na wylocie z dyfuzora

$$\rho_{2s} := \frac{p_2}{R \cdot T_{2s}} = 1.739 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Pole powierzchni przekroju poprzecznego kanału na wlocie do dyfuzora

$$A_1 := \frac{m_p}{c_1 \cdot \rho_1} = 0.002652 \text{ m}^2$$

Pole powierzchni przekroju poprzecznego kanału na wylocie z dyfuzora

$$A_{2s} := \frac{m_p}{c_{2s} \cdot \rho_{2s}} = 0.0115 \text{ m}^2$$

Sprawność dyfuzora

$$\eta_D = \frac{i_{2s} - i_1}{i_2 - i_1} = \frac{c_1^2 - c_{2s}^2}{c_1^2 - c_2^2}$$

Definicja dla takiego samego ciśnienia początkowego i końcowego przemian 1-2s oraz 1-2.

Entalpia właściwa na wylocie powietrza z dyfuzora po kompresji adiatermicznej nieodwracalnej

$$i_2 := i_1 + \frac{i_{2s} - i_1}{\eta_D} = (345.387 \cdot 10^3) \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$i_{2s} = (344.19 \cdot 10^3) \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Temperatura powietrza na wylocie z dyfuzora po kompresji adiatermicznej nieodwracalnej

$$T_2 := \frac{i_2}{c_p} = 344.212 \text{ K}$$

$$T_{2s} = 343.019 \text{ K}$$

$$T_2 := T_1 + \frac{T_{2s} - T_1}{\eta_D} = 344.212 \text{ K}$$

Prędkość powietrza na wylocie z dyfuzora

$$c_2 := \sqrt{c_1^2 + 2 \cdot c_p (T_1 - T_2)} = 10.322 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$c_{2s} = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Gęstość powietrza na wlocie do dyfuzora

$$\rho_2 := \frac{p_2}{R \cdot T_2} = 1.733 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{2s} = 1.739 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Pole powierzchni przekroju poprzecznego kanału na wlocie do dyfuzora

$$A_2 := \frac{m_p}{c_2 \cdot \rho_2} = 0.05592 \text{ m}^2$$

$$A_{2s} = 0.0115 \text{ m}^2$$