1 fel.

... feladat:

Egy Légturbinában az $\dot{m}=14\ kg/s$ tömegáramú, $p_1=3bar$, $t_1=150°C$ kezdőállapotú levegő (ideális gáz) izentropikusan $p_2=1bar$ nyomásig expandál.

Mennyi a turbina teljesítménye ha a kinetikus és potenciális energia változása elhanyagolható?

Mekkora az irreverzibilitásból származó fajlagos entrópiaváltozás ha a valóságos expanzió véghőmérséklete $\Delta t=16K$ értékkel magasabb mint az ideális esetén?

$(c_{p_0}=1004\ \frac{J}{kg\cdot K}\ ;\ \kappa=1,4)$

$\dot{m}=14\ \frac{kg}{s}$ $\quad p_1=3bar$ $\quad t_1=150°C \Rightarrow T_1=423K$

$p_2=1bar$ $\quad \Delta T=16K$

$$W_{t12}=c_{p_0}(T_2-T_1)$$

$$T_1\cdot p_1^{\frac{1-\kappa}{\kappa}}=T_2\cdot p_2^{\frac{1-\kappa}{\kappa}}$$

$$T_2=T_1\cdot\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1-\kappa}{\kappa}}=423K\cdot\left(\frac{3\cdot10^5Pa}{10^5Pa}\right)^{\frac{1-1,4}{1,4}}=309,04K$$

$$W_{t12}=1,004\ \frac{kJ}{kg\cdot K}\cdot(309,04K-423K)=-114,42\ \frac{kJ}{kg}$$

$$P=\dot{m}\cdot W_{t12}=14\ \frac{kg}{s}\cdot\left(-114,42\ \frac{kJ}{kg}\right)=-1601,88\ kW$$

$$\Delta_{sirr}=s_2-s_1=c_n\cdot\ln\frac{T_2'}{T_1}=1,004\ \frac{kJ}{kg\cdot K}\cdot\ln\frac{325,04K}{423K}=-0,2645\ \frac{kJ}{kg\cdot K}$$

$c_n=c_{p_0}$

$T_2'=T_2+\Delta T=309,04K+16K=325,04K$

A1

$\dot{m} = 14\ kg/s$ $\quad \Delta t = 16$

$p_1 = 3\ bar = 3 \cdot 10^5\ Pa$ $\quad c_{p0} = 1004\ J/kgK$

$t_1 = 150°C = 423{,}15K$ $\quad \Delta s = ?$

$p_2 = 1 bar = 10^5 Pa$

$R_0 = 8{,}3147 \frac{kJ}{kmol K}$

$M = 28{,}8 \frac{kg}{kmol}$

$\kappa = 1{,}4$

$$p_1 \cdot v_1^{\kappa} = p_2 \cdot v_2^{\kappa} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\kappa}} = 2{,}1915$$

$$p_1 \cdot v_1 = R \cdot t_1 \Rightarrow p_1 \cdot v_1 = \frac{R_0}{M} \cdot t_1 \Rightarrow v_1 = \frac{\frac{R_0}{M} \cdot t_1}{p_1}$$

$$R = \frac{R_0}{M}$$

$$v_1 = \frac{\frac{8{,}3147 \frac{kJ}{kmol K}}{28{,}8 \frac{kg}{kmol}} \cdot 423{,}15K}{3 \cdot 10^5 Pa} = 4{,}146 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{kg}$$

$$v_2 = 8{,}92 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{kg}$$

$$w_{t12} = \frac{p_1 \cdot v_1}{\kappa - 1} \cdot \left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1\right] = \frac{300.000\ N/m^2 \cdot 4{,}14 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{kg}}{0{,}4} \cdot \left[\left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{0{,}4}{1{,}4}} - 1\right] =$$

$$w_{t12} = -90{,}1143 \frac{kJ}{kg}$$

$$P_t = w_{t12} \cdot \dot{m} = -90{,}1143 \frac{kJ}{kg} \cdot 14 \frac{kg}{s} = 1261{,}6 \frac{kJ}{s} = 1261{,}6\ kW$$

$$t_1 \cdot p_1^{\frac{1-\kappa}{\kappa}} = t_2 \cdot p_2^{\frac{1-\kappa}{\kappa}} \Rightarrow t_2 = t_1 \cdot \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1-\kappa}{\kappa}} = 423{,}15K \cdot (3)^{\frac{1-1{,}4}{1{,}4}} =$$

$$t_2 = 309{,}04\ K$$

$$t_{2\,valós} = t_2 + \Delta t = 309{,}04K + 16K = 325{,}04K$$

$$\Delta s_{valós} = c_{p0} \cdot \ln \frac{t_2}{t_1} = 1{,}004 \frac{kJ}{kgK} \cdot \ln \frac{325{,}04K}{423{,}15K} = -0{,}2644\ kJ/kgK$$