

Определить потерю эксергии и эксергетический КПД газо-воздушного подогревателя, в котором газ при давлении $p := 100 \text{ kPa}$ и $t_1 := 300 \text{ }^\circ\text{C}$ охлаждается до температуры $t_2 := 80 \text{ }^\circ\text{C}$ Воздух нагревается от начальных параметров $t_3 := 30 \text{ }^\circ\text{C}$ и $p_3 := 1 \text{ MPa}$ до температуры $t_4 := 160 \text{ }^\circ\text{C}$ при $p_4 := 900 \text{ kPa}$ Расчёт вести на **1 кг** воздуха. Газ обладает свойствами продуктов сгорания метана. Температура окружающей среды равна $T_0 := 293.15 \text{ K}$ $m_B := 1$

Решение

Представим процессы, протекающие в теплообменнике, в диаграмме T, s (рис. 7.7) и с помощью WaterSteamPro найдём значения свойств теплоносителей

Газ:

$$h_1 := \text{wspgHGST}(\text{"CO2"}, t_1) = 477.44 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$s_1^o := \text{wspgSGSPT}(\text{"CO2"}, p, t_1) = 5.479 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \quad \text{wspgSGST}(\text{"CO2"}, t_1) = 5478.9 \frac{\text{GJ}}{\text{K}}$$

$$h_2 := \text{wspgHGST}(\text{"CO2"}, t_2) = 260.72 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$s_2^o := \text{wspgSGSPT}(\text{"CO2"}, p, t_2) = 5.005 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

Воздух:

$$h_3 := \text{wspgHGST}(\text{"AIR"}, t_3) = 303.63 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$s_3^o := \text{wspgSGST}(\text{"AIR"}, t_3) = 6.8814 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$h_4 := \text{wspgHGST}(\text{"AIR"}, t_4) = 434.99 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$s_4^o := \text{wspgSGST}(\text{"AIR"}, t_4) = 7.2418 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

Из теплового баланса определим массу газа, приходящегося на **1 кг** воздуха

$$m_r := \frac{h_4 - h_3}{h_1 - h_2} = 0.6061$$

Рассчитаем изменения энтропии газа и воздуха, приходящиеся на **1 кг** воздуха

$$\Delta S_r := -m_r \cdot (s_1^o - s_2^o) = -0.28721 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$\Delta S_B := m_B \cdot \left(s_4^o - s_3^o - \frac{R_m}{22 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot \ln \left(\frac{p_4}{p_3} \right) \right) = 0.40025 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

Определим изменение энтропии системы и по (7.7) потерю эксергии

$$\Delta S_{\text{сист.}} := \Delta S_r + \Delta S_B = 0.11304 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$\Delta E := T_0 \cdot \Delta S_{\text{сист.}} = 33.138 \text{ K} \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

Для нахождения эксергетического КПД рассчитаем затрату эксергии газа, применив для этого формулу (7.3)

$$E_{\text{затр.}} := m_r \cdot \left((h_1 - h_2) - T_0 \cdot (s_1^o - s_2^o) \right) = 47.157 \text{ K} \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

Эксергетический КПД определим по формуле (7.9)

$$\eta_{\text{ex}} := 1 - \frac{\Delta E}{E_{\text{затр.}}} = 29.727 \%$$

Ответ: $\Delta E = 33.138 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ $\eta_{\text{ex}} = 29.727 \%$