

На входе в дроссель жидкий фреон R134a в состоянии насыщения имеет температуру 300 К. В результате адиабатного дросселирования на выходе из дросселя установилось давление 0,15 МПа. Необходимо определить давление фреона перед дросселем, его состояние (температуру, энтальпию, энтропию, степень сухости) на выходе из дросселя и потерю эксергии из-за необратимости процесса дросселирования, если температура окружающей среды 294 К.

Решение

1) С помощью CoolProp для жидкого фреона R134a в состоянии насыщения при $T_1 := 300 \text{ К}$ находим:

$$p_1 := \text{CoolProp_Props} \left(\text{"P"; "T"; } T_1; \text{"Q"; 0; "R134A"} \right) = 0,70282 \text{ МПа}$$

$$h_1 := \text{CoolProp_Props} \left(\text{"H"; "T"; } T_1; \text{"Q"; 0; "R134A"} \right) = 237,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$s_1 := \text{CoolProp_Props} \left(\text{"S"; "T"; } T_1; \text{"Q"; 0; "R134A"} \right) = 1,1287 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

2) В соответствии с (9.60)

$$h_2 := h_1 = 237,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

По $p_2 := 0,15 \text{ МПа}$ находим:

$$\left(T_2 = T_{\text{нас}} \right) = 256 \text{ К} \quad T_2 := 256 \text{ К}$$

$$h'_2 := \text{CoolProp_Props} \left(\text{"H"; "P"; } p_2; \text{"Q"; 0; "R134A"} \right) = 177,36 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$h''_2 := \text{CoolProp_Props} \left(\text{"H"; "P"; } p_2; \text{"Q"; 1; "R134A"} \right) = 388,32 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$s'_2 := \text{CoolProp_Props} \left(\text{"S"; "P"; } p_2; \text{"Q"; 0; "R134A"} \right) = 0,91482 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

$$s''_2 := \text{CoolProp_Props} \left(\text{"S"; "P"; } p_2; \text{"Q"; 1; "R134A"} \right) = 1,7388 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

и рассчитываем степень сухости

$$x_2 := \frac{h_2 - h'_2}{h''_2 - h'_2} = 0,28361$$

и энтропию

$$s_2 := s'_2 + (s''_2 - s'_2) \cdot x_2 = 1,1485 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

3) Потеря эксергии из-за необратимости процесса дросселирования определяется по уравнению Гюи-Стодолы (9.67)

$$T_{oc} := 294 \text{ К}$$

$$\Delta e := T_{oc} \cdot (s_2 - s_1) = 5,839 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$\text{Ответ: } p_1 = 7,0282 \cdot 10^5 \text{ Па} \quad T_2 = 256 \text{ К} \quad h_2 = 2,3719 \cdot 10^5 \text{ Гр} \quad x_2 = 0,28361 \quad \Delta e = 5839 \text{ Гр} \quad s_2 = 1148,5 \frac{\text{Гр}}{\text{К}}$$