

$$n := 7$$

Водяной пар с начальным давлением $p_1 := 5 \text{ МПа}$ сжимается при постоянной температуре $T := 310 \text{ }^\circ\text{C}$ до объема в n раз меньшего первоначального. Определить изменение его удельной внутренней энергии, затраченную удельную работу и количество удельной теплоты.

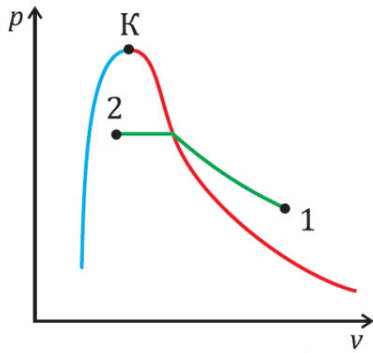


Рис. 5.36. К примеру 5.4

С помощью WSP найдём что

$$T_{\text{нас}} := \text{wspTSP}(p_1) = 263.94 \text{ }^\circ\text{C}$$

Следовательно, в первом состоянии пар перегретый.

С помощью WSP рассчитаем необходимые нам значения для перегретого пара

$$v_1 := \text{wspVPT}(p_1, T) = 0.046767 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$$

$$h_1 := \text{wspHPT}(p_1, T) = 2956.6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$s_1 := \text{wspSPT}(p_1, T) = 6.2645 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

Найдём конечный объем пара

$$v_2 := \frac{v_1}{n} = 0.006681 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$$

Для определения состояния пара в конечной точке процесса сравним v_2 с v'_2 и v''_2 при $T = 310 \text{ }^\circ\text{C}$

$$v'_2 := \text{wspVSWT}(T) = 0.0014479 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}} \quad v''_2 := \text{wspVSST}(T) = 0.018339 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$$

$$v'_2 < v_2 = 1$$

$$v_2 < v''_2 = 1$$

Следовательно, пар влажный.

Найдём необходимые значения его свойств на пограничных линиях

$$p_2 := \text{wspPST}(T) = 9.8647 \text{ МПа}$$

$$h'_2 := \text{wspHSWT}(T) = 1402 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$h''_2 := \text{wspHSST}(T) = 2727.9 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$s'_2 := \text{wspSSWT}(T) = 3.3506 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

$$s''_2 := \text{wspSSST}(T) = 5.6243 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

и рассчитываем степень сухости

$$x_2 := \frac{v_2 - v'_2}{v''_2 - v'_2} = 0.31$$

Зная эту величину, можно вычислить другие свойства:

$$h_2 := (1 - x_2) \cdot h'_2 + x_2 \cdot h''_2 = 1812.8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$\text{wspXSTH}(T, h_2) = 0.3098$$

$$s_2 := (1 - x_2) \cdot s'_2 + x_2 \cdot s''_2 = 4.055 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

Изменение внутренней энергии пара в процессе определим как

$$\Delta u := (h_2 - h_1) - (p_2 \cdot v_2 - p_1 \cdot v_1) = -975.86 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

а теплоту, отведенную в процессе, рассчитаем по (2.11)

$$q := T \cdot (s_2 - s_1) = -1288.4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Тогда затраченная работа сжатия определится по первому закону

$$l := q - \Delta u = -312.58 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$