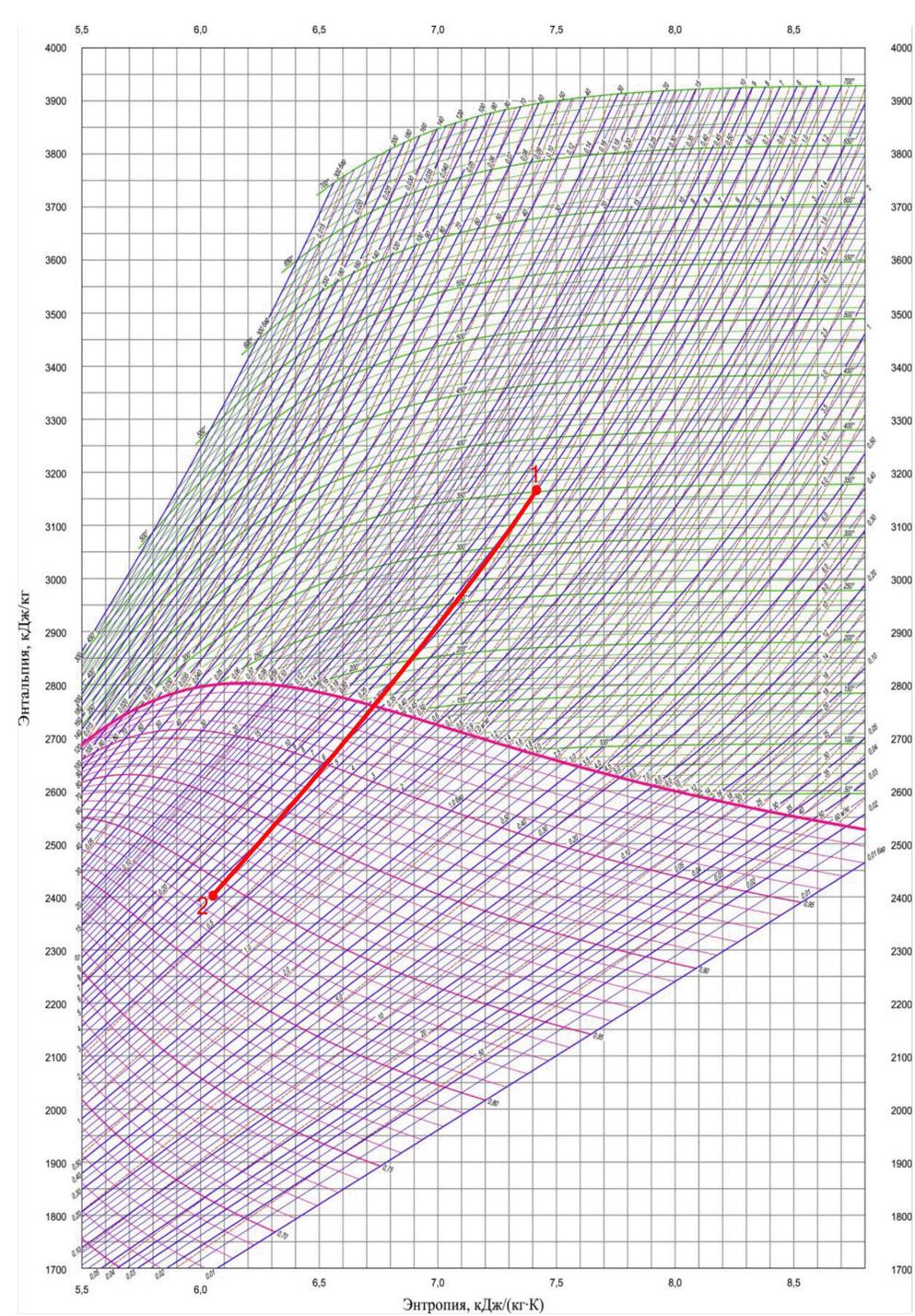


# Решение задачи

- Водяной пар с  $t_1 = 350^\circ\text{C}$  и  $p_1 = 8$  бар охлаждается при постоянном объеме. В конечном состоянии  $h_2 = 2400$  кДж/кг. Рассчитать процесс и изобразить его в  $p, v$ -,  $T, s$ -,  $h, s$ - диаграммах.



1) По  $h-s$  - диаграмме водяного пара находим 1 точку на пересечении изобары  $p_1 = 8 \text{ бар}$  и изотермы  $t_1 = 350^\circ\text{C}$ . По этой точке определяем параметры пара:  $t_1 = 350^\circ\text{C}$ ,  $h_1 = 3160 \text{ кДж/кг}$ ,  $s_1 = 7,40 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$ ,

$$v_1 = 0,3542 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Процесс охлаждения пара 1-2 - изохорный, поэтому  $v_2 = v_1 = 0,3542 \text{ м}^3/\text{кг}$ .

Положение точки 2 на  $h-s$  - диаграмме находим на пересечении изоэнтальпии  $h_2 = 2400 \text{ кДж/кг}$  и изоchoры  $v_2 = 0,36 \text{ м}^3/\text{кг}$ . Параметры пара в точке 2:  $t_2 = 147^\circ\text{C}$ ,  $p_2 = 4,4 \text{ бар}$ ,  $s_2 = 6,05 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$ ,

Изохорный процесс охлаждения в  $h-s$  - диаграмме водяного пара

1) По  $h - s$  - диаграмме водяного пара находим 1 точку на пересечении изобары  $p_1 = 8 \text{ бар}$  и изотермы  $t_1 = 350^\circ\text{C}$ . По этой точке определяем параметры пара:  $t_1 = 350^\circ\text{C}$ ,  $h_1 = 3160 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ ,  $s_1 = 7,40 \frac{\text{кДж}}{(\text{кг} \cdot \text{K})}$ ,  
 $v_1 = 0,3542 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$ .

Процесс охлаждения пара 1-2 - изохорный, поэтому  $v_2 = v_1 = 0,3542 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$ .

Положение точки 2 на  $h - s$  - диаграмме находим на пересечении изоэнтальпии  $h_2 = 2400 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$  и изохоры  $v_2 = 0,36 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$ . Параметры пара в точке 2:  $t_2 = 147^\circ\text{C}$ ,  $p_2 = 4,4 \text{ бар}$ ,  $s_2 = 6,05 \frac{\text{кДж}}{(\text{кг} \cdot \text{K})}$ ,

2) Так как процесс охлаждения протекает при постоянном объеме, то  $v_2 = v_1 = const$ , следовательно,  $l = 0$  и по первому закону термодинамики количество теплоты отведенной от пара равно изменению внутренней энергии:

$$q = \Delta u = (h_2 - p_2 v_2) - (h_1 - p_1 v_1), \text{ кДж/кг}$$

$$q = (2400 - 4,4 \cdot 10^2 \cdot 0,36) - (3160 - 8,0 \cdot 10^2 \cdot 0,36) = 632,2 \text{ кДж/кг}$$

Изменение энтропии:

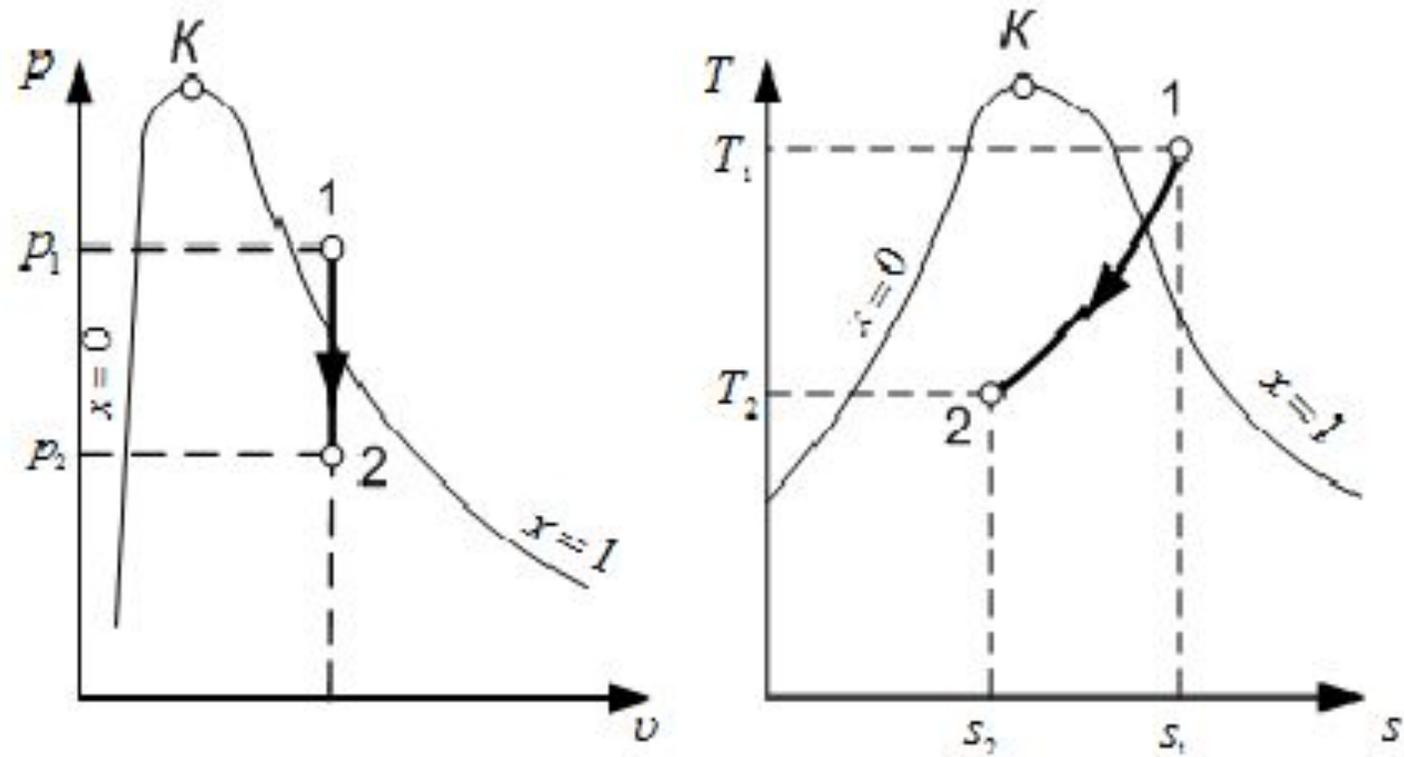
$$\Delta s = s_2 - s_1, \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$$

$$\Delta s = 6,05 - 7,40 = -1,35 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$$

Изменение энтальпии:

$$\Delta h = h_2 - h_1, \text{ кДж/кг}$$

$$\Delta h = 2400 - 3160 = -760 \text{ кДж/кг}$$



Изохорный процесс охлаждения  $p - v$  и  $T - s$  - диаграммах