

$CO_2$  при давлении  $p_1 := 0,6 \text{ МПа}$  и температуре  $t_1 := 490 \text{ }^\circ\text{C}$  с начальной скоростью  $w_1 := 140 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  поступает к суживающимся соплам. Давление за соплами  $p_{cp} := 0,2 \text{ МПа}$ . Определить скорость истечения и площадь выходного сечения сопел, если расход газа составляет  $m := 1,8 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ . Трением пренебречь.

**Решение**

Для определения термодинамических свойств  $CO_2$  используются таблицы [3] или калькулятор свойств газов [6].

1) Определим при начальной температуре  $t_1 = 763,15 \text{ К}$  параметры  $CO_2$

$$h_1 := 688,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$s_1 := 5,796 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

и рассчитаем по (9.9) параметры полного адиабатного торможения водяного пара на входе в суживающееся

$$h_0 := h_1 + \frac{w_1^2}{2} = 698,1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

По  $h_0 = 698,1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$  определяем  $s_0 := 5,809 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$

Записав (3.50) для изэнтропного процесса 1-0 (рис. 9.1)

$$\left( \Delta s_{1-0} = s_0 - s_1 - R \cdot \ln \left( \frac{p_0}{p_1} \right) \right) = 0$$

получаем

$$p_0 := p_1 \cdot e^{\frac{s_0 - s_1}{R_m}} = 0,64273 \text{ МПа}$$

2) Определяем режим течения, для чего рассчитываем  $\beta$  и сравниваем его с  $\beta_{кр} := 0,546$

$$\beta := \frac{p_{cp}}{p_0} = 0,31117$$

$$\beta < \beta_{кр} = 1$$

следовательно, режим нерасчетный (рис. 9.15, в) и на срезе суживающегося сопла устанавливается критическое давление, равное

$$p_2 := 0,546 \cdot p_0 = 0,35093 \text{ МПа}$$

3) Определим параметры  $CO_2$  в выходном сечении суживающегося сопла, решив уравнение

$$s_2 := 3,442 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

определяем

$$h_2 := 614,8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$t_2 := 425,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

после чего рассчитываем

$$w_2 = \sqrt{\frac{2 R_m (h_2 - h_0)}{\gamma - 1}} = 0,27606 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 := \frac{44 \frac{\Gamma}{\text{МОЛЬ}}}{P_2} = 0,31626 \frac{\text{КГ}}{\text{С}}$$

Скорость истечения CO2 из сопла рассчитаем по (9.13)

$$w_2 := 44,72 \cdot \sqrt{83,300 \Gamma p} = 408,15 \frac{\text{М}}{\text{С}}$$

4) Площадь выходного сечения сопел рассчитаем, используя уравнение неразрывности (9.30),

$$f_2 := \frac{m \cdot v_2}{w_2} = 16,593 \text{ см}^2$$

Ответ:  $w_2 = 408,15 \frac{\text{М}}{\text{С}}$   $f_2 = 0,0016593 \text{ м}^2$