

Пример 3.1

На вход газовой турбины поступает газ при давлении $p_1 := 1,6 \text{ МПа}$ и температуре $T_1 := 1050 \text{ }^\circ\text{C}$. В турбине газ расширяется обратимо адиабатически до атмосферного давления $p_2 := 0,1 \text{ МПа}$. Определить мощность турбины, если расход газа составляет $D := 150 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$. Принять, что свойства газа совпадают со свойствами воздуха.

Решение

Обратившись к таблицам [3], найдем параметры газа на входе в турбину

$$h_1 := 1423,9 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad s_1 := 8,464 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}} \quad s_1^o := s_1$$

и по формуле (3.50) рассчитаем энтропию газа в конечном состоянии

$$M_{Air} := 28,97 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad s_2^o := s_1^o + \frac{R_m}{M_{Air}} \cdot \ln \left(\frac{p_2}{p_1} \right) = 7,668 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

По этой величине в таблице найдем

$$T_2 := 380 \text{ }^\circ\text{C} = 653,15 \text{ К} \quad h_2 := 663,6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Мощность турбины

$$l_{tex} := h_1 - h_2 = 760,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$N := D \cdot l_{tex} = 114,0 \text{ МВт}$$

При расчете по приближенной формуле (3.24)

$$k := 1,4 \quad T_{2,МК} := T_1 \cdot \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 599,2 \text{ К}$$

Расхождение значений температуры составляет

$$\Delta T := T_2 - T_{2,МК} = 53,95 \text{ К}$$

Расчет технической работы проведем, используя формулу (3.26):

$$l_{tex} := k \cdot \frac{R_m}{M_{Air}} \cdot \frac{T_1 - T_2}{k-1} = 673,0 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$1,4 \cdot \frac{8,314}{28,97} \cdot \frac{1323,15 - 599,2}{1,4 - 1} = 727,2$$

а мощность турбины

$$N_{МК} := D \cdot l_{tex} = 101,0 \text{ МВт}$$

$$150 \cdot 726,4 = 109,0 \cdot 10^3$$

Относительное расхождение значений мощности турбины составит

$$\delta N := \frac{N - N_{МК}}{N} = 11,479 \% \quad N = 114,0 \text{ МВт} \quad N_{МК} = 101,0 \text{ МВт}$$

$$100 \cdot \frac{114 - 109}{114} = 4,386$$