

Определить мощность, термический и внутренний КПД ГТУ в схеме ГТУ-ТЭЦ, если параметры воздуха перед компрессором $p_1 := 90 \text{ кПа}$ и $T_1 := 280 \text{ К}$, степень повышения давления воздуха в компрессоре $\beta := 6$, температура газа перед турбиной $T_3 := 1120 \text{ К}$, внутренние относительные КПД турбины и компрессора равны $\eta_{T/oi} := 0,83$ и $\eta_{K/oi} := 0,85$ расход газа $m := 50 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$. Определить теплоту, передаваемую тепловому потребителю за единицу времени и каким будет коэффициент использования теплоты топлива ГТУ-ТЭЦ, если параметры ГТУ сохранились такими же, а КПД котла-утилизатора 0,65. Рабочее тело ГТУ считать идеальным газом, обладающим свойствами воздуха. Задачу решить, используя одну из таблиц [2, 3 или 5] или специальный «Калькулятор свойств газов» [6].

Решение

Для определения мощности и КПД цикла ГТУ необходимо найти энтальпии всех характерных точек цикла (см. рис. 12.14).

Расчет с использованием «Калькулятора свойств газов»

– по температуре T_1 и p_1 определяем для воздуха

$$h_1 := 280,38 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$s_1 := 6,8318 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

– по $p_2 := \beta \cdot p_1$ и $s_2 := s_1$ находим

$$T_2 := 465,78 \text{ К}$$

$$h_2 := 468,29 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

– по $T_3 = 1120 \text{ К}$ и $p_3 := p_2 = 5,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ определяем

$$h_3 := 1184,72 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$s_3 := 7,7834 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

– по $p_4 := p_1$ и $s_4 := s_3$ определяем

$$T_4 := 707,28 \text{ К}$$

$$h_4 := 721,53 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Термический КПД цикла ГТУ определяем по (12.6)

$$\eta_t := \frac{(h_3 - h_4) - (h_2 - h_1)}{h_3 - h_2} = 38,424 \%$$

Значения энтальпий $h_{2д}$ и $h_{4д}$ находим, используя определение $\eta_{T/oi} := 0,83$ и $\eta_{K/oi} := 0,85$ (12.8),

$$\eta_{K/oi} = \frac{h_2 - h_1}{h_{2д} - h_1}$$

Откуда

$$h_{2д} := h_1 + \frac{h_2 - h_1}{\eta_{K/oi}} = 501,45 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$\eta_{T/oi} = \frac{h_3 - h_{4д}}{h_3 - h_4}$$

Откуда

$$h_{4д} := h_3 - (h_3 - h_4) \cdot \eta_{T/oi} = 800,27 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Удельные работы турбины, компрессора и ГТУ рассчитываем по (12.9):

$$l_{п/т} := h_3 - h_{4п} = 384,45 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$l_{д/к} := h_{2д} - h_1 = 221,07 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$l_{д/ГТУ} := l_{д/т} - l_{д/к} = 163,38 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Мощность ГТУ

$$N_{ГТУ} := m \cdot l_{д/ГТУ} = 8,1689 \cdot 10^9 \text{ мВт}$$

Подведенная теплота

$$q_1 := h_3 - h_{2д} = 683,27 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

а внутренний КПД такого цикл

$$\eta_i := \frac{l_{д/ГТУ}}{q_1} = 0,23911$$

Удельная теплота, передаваемая в котле-утилизаторе

$$q_t := (h_{4д} - h_1) \cdot 0,65 = 337,93 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Теплота, передаваемая тепловому потребителю за единицу времени

$$Q_t := m \cdot q_t = 16,896 \text{ мВт}$$

Коэффициент использования теплоты топлива ГТУ-ТЭЦ

$$K_{ит} := \frac{l_{д/ГТУ} + q_t}{q_1} = 0,73369$$

Ответ:

$$\text{ГТУ: } N_{ГТУ} = 8,1689 \cdot 10^6 \text{ Вт; } \eta_t = 0,38424; \eta_i = 0,23911;$$

$$\text{ГТУ-ТЭЦ: } Q_t = 1,6896 \cdot 10^7 \text{ Вт; } K_{ит} = 0,73369$$