

Основные уравнения для расчёта параметров узлов ГТУ на стационарных режимах

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МАССЫ

сумма массовых расходов компонент рабочего тела, выходящих из узла, равна сумме массовых расходов компонент, входящих в узел:

$$\sum_{k=1}^m G_{\text{вых}} = \sum_{k=1}^n G_{\text{вх}}$$

где $G_{\text{вых}}$, $G_{\text{вх}}$ кг/с – массовые расходы компонент, выходящих из узла и входящих в него; m , n – число компонент.

ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ

(применительно к параметрам рабочего тела в узле)

Изменение полной энтальпии рабочего тела в узле за единицу времени равно сумме подведённых к рабочему телу тепловой Q и механической N мощностей

$$\sum_{k=1}^n h_{\text{вых}.k}^* G_{\text{вых}.k} - \sum_{k=1}^m h_{\text{вх}.k}^* G_{\text{вх}.k} = Q + N$$

где для идеальных газов $h^* = C_p \cdot T$ (полная энтальпия),

$N = N_K$, $N = N_T$ – мощности компрессоров и турбин, $N = 0$ для всех остальных

Основные уравнения для расчёта параметров узлов ГТУ на стационарных режимах

УРАВНЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА ДЛЯ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ

$$G_B + G_T = G_{П.С} + G'_{B}$$

где

G_T ,

$$G_B = \alpha L_0 G_T, \quad \text{кг/с}$$

$$G_{П.С} = (1 + L_0) G_T,$$

$$G'_{B} = (\alpha - 1) L_0 G_T,$$

расходы топлива, воздуха, чистых продуктов сгорания и остаточного воздуха,

α – коэффициент избытка воздуха,

L_0 – теоретически необходимый расход сухого воздуха (стехиометрический коэффициент).

Основные уравнения для расчёта параметров узлов ГТУ на стационарных режимах

УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ

$$Q = \left(h_{П.С} \cdot G_{П.С} + h_{3 \text{ воздуха}} \cdot G_{B \text{ ост}} \right) - \left(h_{2 \text{ воздуха}} \cdot G_B + h_{\text{топлива}} \cdot G_T \right)$$

где Q, кВт – тепловая мощность, подводимая к рабочему телу в КС;

Удельная полная энтальпия остаточного воздуха

$$h_{2 \text{ воздуха}} \Big|_o^{T_2} = C_{p_{B \text{ ост}}} \Big|_o^{T_2} \cdot T_2$$

Удельная полная энтальпия воздуха перед КС

$$h_{3 \text{ воздуха}} \Big|_o^{T_3} = C_{p_B} \Big|_o^{T_3} \cdot T_3$$

Удельная полная энтальпия чистых продуктов сгорания

$$h_{3 \text{ продуктов сгорания}} \Big|_o^{T_3} = C_{p_{П.С}} \Big|_o^{T_3} \cdot T_3$$

Удельная полная энтальпия топлива

$$h_{\text{топлива}} \Big|_o^{T_T} = C_{p_T} \Big|_o^{T_T} \cdot T_T$$

Основные уравнения для расчёта параметров узлов ГТУ на стационарных режимах

СООТНОШЕНИЕ ПРИ РАСЧЕТЕ ДАВЛЕНИЙ

при выходе из компрессоров

$$P_{вых} = P_{вх} \cdot \pi_K$$

при выходе из турбин

$$P_{вых} = \frac{P_{вх}}{\pi_T}$$

при выходе из прочих узлов

$$P_{вых} = P_{вх} \cdot \sigma$$

где π_K, π_T – степень сжатия в компрессоре и расширения в турбине,

σ – коэффициент восстановления давления в узле;

Основные уравнения для расчёта параметров узлов ГТУ на стационарных режимах

уравнения термодинамического сжатия в компрессоре

$$\frac{T_{\text{вых}}}{T_{\text{вх}}} = \pi_K^{\frac{k-1}{k}}$$

если известен термический КПД компрессора η_{tK} , то уравнение запишется

$$\frac{T_{\text{вых}}}{T_{\text{вх}}} = \pi_K^{\frac{k-1}{k \cdot \eta_{tK}}}$$

уравнения термодинамического расширения в турбине

$$\frac{T_{\text{вых}}}{T_{\text{вх}}} = \pi_T^{\frac{(1-k)}{k}}$$

если известен термический КПД турбины η_{tT} , то уравнение запишется

$$\frac{T_{\text{вых}}}{T_{\text{вх}}} = \pi_T^{\frac{(1-k)\eta_{tT}}{k}}$$

где k – истинный показатель адиабаты при средней температуре

Основные уравнения для расчёта параметров узлов ГТУ на стационарных режимах

УРАВНЕНИЕ БАЛАНСА МОЩНОСТЕЙ НА ВАЛУ

$$\left(\sum_{i=1}^{m_T} N_{Ti} \right) \eta_{мех} - \sum_{i=1}^{m_K} N_{ki} = N_e,$$

где m_T – число турбин;

m_K – число компрессоров на данном валу;

N_e – полезная мощность, снимаемая с вала;

$\eta_{мех}$ – КПД, учитывающий потери мощности в подшипниках.