



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»

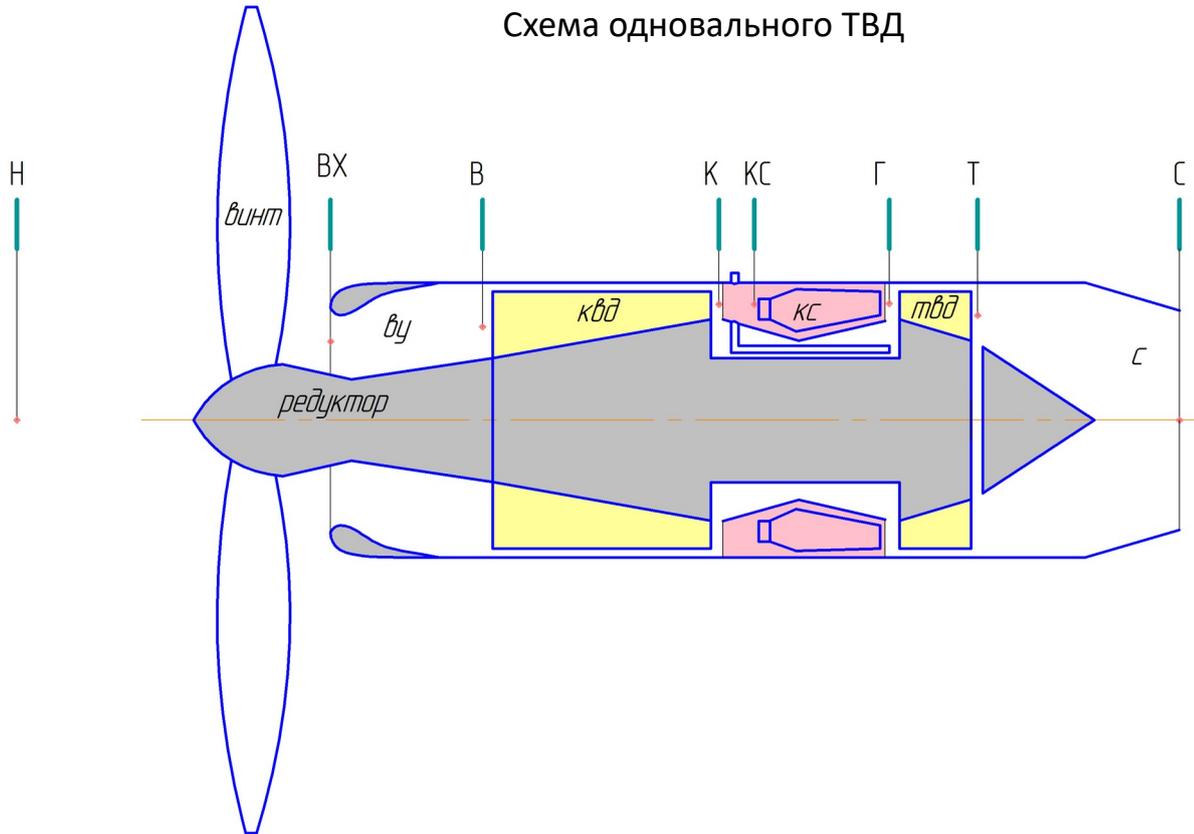
Институт двигателей и энергетических установок
Кафедра теории двигателей летательных аппаратов

Глава 3. Проектный термогазодинамический расчет ГТД

§ 3.7. Особенности проектного расчета ТВД

3.7.1. Расчетная схема

Схема одновального ТВД



3.7.2. Исходные данные

Заданными для проектного расчета одновального ТВД являются следующие параметры основных компонентов модели.

Внешние условия:

- M_{Π} - число Маха полета;
- T_H - температура атмосферного воздуха, К ;
- p_H - давление атмосферного воздуха, Па .

Входное устройство:

- $\sigma_{ВХ}$ - коэффициент восстановления полного давления во входном устройстве.

Компрессор:

- π_K^* - степень повышения давления в компрессоре;
- η_K^* - КПД компрессора.

Отборы:

- $g_{\text{охл.са.т}}$ - относительная величина отбора воздуха на охлаждение соплового аппарата турбины;
- $g_{\text{охл.рк.т}}$ - относительная величина отбора воздуха на охлаждение рабочих колёс турбины;
- $g_{\text{отб.ЛА}}$ - относительная величина отбора воздуха на нужды летательного аппарата;
- $g_{\text{ут}}$ - относительная величина утечек воздуха.

Камера сгорания:

- $\sigma_{\text{кс}}$ - коэффициент восстановления полного давления в камере сгорания;
- $\eta_{\text{Г}}$ - коэффициент полноты сгорания топлива в камере сгорания;
- $T_{\text{Г}}^*$ - полная температура газа в сечении на выходе, К .

Турбина:

- $\pi_{\text{ср}}$ - располагаемая степень понижения давления в выходном устройстве;
- η_m - коэффициент механических потерь в трансмиссии;
- η_T^* - КПД турбины.

Сопло:

- φ_c - коэффициент скорости.

Показатели:

- $\left(\frac{V_{\text{п}}}{\eta_{\text{в}}} \right)$ - величина отношения скорости полета к КПД винта, $\frac{\text{кВт}}{\text{кН}}$;
- $N_{\text{э}}$ - эквивалентная мощность двигателя, кВт .

3.7.3. Алгоритм расчета

Внешние условия

...

Входное устройство

...

Компрессор

...

Отборы

...

Камера сгорания

...

Турбина

1. Полная температура газа в минимальном сечении первого соплового аппарата турбины:

$$T_{CA.T}^* = \frac{c_{p2} \cdot T_{\Gamma}^* \cdot v_{\Gamma} + c_{pв} \cdot T_{охл}^* \cdot g_{охл.са.т}}{c_{p2} \cdot (v_{\Gamma} + g_{охл.са.т})}, \text{ К.}$$

2. Степень понижения давления в турбине:

$$\pi_{\Gamma}^* = \frac{p_{\Gamma}^*}{p_H \cdot \pi_{ср}}.$$

3. Удельная работа турбины:

$$L_T = c_{p2} \cdot T_{CA.T}^* \left(1 - \frac{1}{\pi_{\Gamma}^* \frac{k_2}{k_2 - 1}} \right) \eta_T^*, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}.$$

4. Удельная эффективная мощность двигателя:

$$N_{e.уд} = L_T \cdot \eta_m \cdot (v_\Gamma + g_{охл.са.т}) - L_K, \frac{Вт \cdot с}{кг}.$$

5. Полная температура газа в минимальном сечении последнего рабочего колеса турбины:

$$T_{ПК.т}^* = T_{СА.т}^* - \frac{L_T}{c_{p2}}, \text{ К}.$$

6. Полная температура газа в сечении на выходе:

$$T_T^* = \frac{c_{p2} \cdot T_{ПК.т}^* \cdot (v_\Gamma + g_{охл.са.т}) + c_{pv} \cdot T_{охл}^* \cdot g_{охл.рк.т}}{c_{p2} \cdot (v_\Gamma + g_{охл.са.т} + g_{охл.рк.т})}, \text{ К}.$$

7. Полное давление газа в сечении на выходе:

$$p_T^* = \frac{p_\Gamma^*}{\pi_T^*}, \text{ Па}.$$

8. Коэффициент изменения массы рабочего тела в сечении на выходе:

$$v_T = v_\Gamma + g_{\text{охл. са. т}} + g_{\text{охл. рк. т}} \cdot$$

Сопло

...

Показатели

1. Удельная тяга двигателя (при условии полного расширения рабочего тела в канале выходного устройства):

$$P_{\text{уд}} = c_C \cdot v_C - V_{\text{п}} , \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{кг}} .$$

2. Удельная эквивалентная мощность двигателя:

$$N_{\text{э.уд}} = N_{\text{е.уд}} + P_{\text{уд}} \cdot \left(\frac{V_{\text{п}}}{\eta_{\text{в}}} \right) , \frac{\text{Вт} \cdot \text{с}}{\text{кг}} .$$

3. Расход воздуха через двигатель:

$$G_{\text{в}} = \frac{10^3 \cdot N_{\text{э}}}{N_{\text{э.уд}}} , \frac{\text{кг}}{\text{с}} .$$

4. Часовой расход топлива в камере сгорания:

$$G_{\text{т.ч}} = 3600 \cdot q_{\text{т}} \cdot v_{\text{КС}} \cdot G_{\text{в}} , \frac{\text{кг}}{\text{ч}} .$$

5. Эффективная мощность двигателя:

$$N_e = 10^3 \cdot N_{e.уд} \cdot G_B, \text{ кВт}.$$

6. Тяга двигателя:

$$P = 10^3 \cdot P_{уд} \cdot G_B, \text{ кН}.$$

7. Эффективный удельный расход топлива:

$$C_e = \frac{G_{т.ч}}{N_e}, \frac{\text{кг}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}.$$

8. Эквивалентный удельный расход топлива:

$$C_{э} = \frac{G_{т.ч}}{N_{э}}, \frac{\text{кг}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}.$$