



**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 4. Основные закономерности рабочего процесса ГТД

### § 4.5. Общий КПД

**Общий КПД  $\eta_o$**  называется отношение полезной работы ( $P \cdot V_{\text{п}}$ ) передвижения летательного аппарата к располагаемой энергии ( $G_m \cdot H_u$ ) внесенного в двигатель топлива:

$$\eta_o = \frac{P \cdot V_{\text{п}}}{G_m \cdot H_u}.$$

Общий КПД  $\eta_o$  показывает какая часть располагаемой энергии внесенного в двигатель топлива преобразуется в полезную работу передвижения летательного аппарата.

Так как ( $G_m \cdot H_u$ ) = ( $G_{\text{ВЛ}} \cdot Q_0$ ), то

$$\eta_o = \frac{P \cdot V_{\text{п}}}{G_m \cdot H_u} = \frac{P \cdot V_{\text{п}}}{G_{\text{ВЛ}} \cdot Q_0} = \frac{P_{\text{удГЛ}} \cdot V_{\text{п}}}{Q_0}.$$

Умножая числитель и знаменатель полученного выражения на  $L_e$ , имеем

$$\eta_o = \frac{L_e}{Q_0} \cdot \frac{P_{\text{удГЛ}} \cdot V_{\text{п}}}{L_e} = \eta_e \cdot \eta_{\text{дж}}.$$

**Общий КПД  $\eta_o$  характеризует двигатель в целом: и как тепловую машину, и как движитель.**

Однако общим КПД нельзя оценивать эффективность двигателя при  $V_{\pi}=0$ , так как в этих условиях  $\eta_0=0$ . А поскольку большая часть испытаний авиационных двигателей ведется в стендовых условиях при нулевой скорости полета, на практике в качестве критерия топливной экономичности турбореактивного двигателя используется удельный расход топлива  $C_{уд}=G_m/P$ .

Выражая расход топлива и тягу в формуле соответственно через относительный расход топлива  $q_m$  и удельную тягу  $P_{удGI}$ , получаем

$$C_{уд} = \frac{G_m}{P} = \frac{3600 \cdot q_m \cdot G_{ВI} \cdot v_{КС}}{P} = 3600 \cdot \frac{q_m}{P_{удGI}} \cdot v_{КС}.$$

При выполнении качественного анализа изменением массы рабочего тела можно пренебречь и принять  $v_{КС}=1$ .

Связь между  $C_{уд}$  и  $\eta_o$  :

$$\eta_o = \frac{P \cdot V_{п}}{G_m \cdot H_u} = \frac{P \cdot V_{п}}{(C_{уд} \cdot P) / 3600 \cdot H_u} = \frac{3600 \cdot V_{п}}{C_{уд} \cdot H_u};$$
$$C_{уд} = \frac{3600}{H_u} \cdot \frac{V_{п}}{\eta_o}.$$

Удельный расход топлива  $C_{уд}$  при  $V_{п} = \text{const}$  изменяется обратно пропорционально общему КПД  $\eta_o$ . С повышением эффективности двигателя общий КПД растет, а удельный расход топлива снижается.

Общий КПД  $\eta_o$  зависит от параметров цикла ( $T_{Г}^*$ ,  $\pi_{\Sigma}$ ) и движителя ( $m$  и  $x$ ), от внешних условий ( $V_{п}$  и  $T_{Н}$ ) и потерь в узлах ( $\eta_{сж}$ ,  $\eta_p$ ,  $\eta_{II}$ ), от коэффициента полноты сгорания топлива  $\eta_{Г}$ .

От этих же факторов, а также от удельной теплоты сгорания топлива  $H_u$  зависит, следовательно, и удельный расход топлива  $C_{уд}$ .

**Удельный расход топлива  $C_{уд}$  в крейсерских условиях полета является одним из основных показателей совершенства двигателей пассажирских и транспортных самолетов. Вместе с уровнем аэродинамики планера он определяет топливную эффективность самолета.**

При постоянном общем КПД  $\eta_o$  удельный расход топлива  $C_{уд}$  изменяется с изменением скорости полета  $V_{п}$  и в этом случае  $C_{уд}$  **не может быть критерием эффективности.** Это обусловлено тем, что величина  $C_{уд}$  определяется как отношение расхода топлива к тяге, а не к работе передвижения летательного аппарата.

Для ТВД (ГТД СТ) неприемлемо оценивать экономичность по удельному расходу топлива  $C_{уд}$ , так как тяга винта этого двигателя в условиях стендовых испытаний не замеряется.

Обычно для такой оценки применяется эффективный удельный расход топлива

$$C_e = G_{m.u} / N_e.$$

Учитывая, что  $N_e = \frac{P \cdot V_{\Pi}}{\eta_B}$ , а КПД винта  $\eta_B \approx \eta_{дж} = \eta_o / \eta_e$ , получаем

$$C_e = \frac{3600 \cdot G_m}{(P \cdot V_{\Pi}) / \eta_B} = \frac{3600 \cdot G_m \cdot \eta_o}{P \cdot V_{\Pi}} \cdot \frac{1}{\eta_e} = \frac{3600 \cdot G_m}{P \cdot V_{\Pi}} \cdot \frac{P \cdot V_{\Pi}}{G_m \cdot H_u} \cdot \frac{1}{\eta_e} = \frac{3600}{H_u \cdot \eta_e}.$$

Эффективный удельный расход топлива  $C_e$  ТВД (ГТД СТ) однозначно определяется эффективным КПД.

**Величина  $C_e$  характеризует двигатель только как тепловую машину.**