

B – барометрическое давление

$P_{\text{и}}$ – избыточное давление

$P_{\text{а}}$ – абсолютное давление

$$P_{\text{а}} = P_{\text{и}} + B$$

$T_{\text{а}}$ – абсолютная температура, К

Параметры, описывающие свойства рабочего тела:

R – газовая постоянная; C_p – теплоемкость в изобарном процессе;
 C_v – теплоемкость в изохорном процессе; k – показатель адиабаты;

$$k = C_p / C_v \qquad m = (k-1)/k = R/C_p$$

Параметры, описывающие состояние рабочего тела:

P – давление; T – температура; C – скорость;
 V – удельный объем; ρ – плотность; i – энтальпия; S – энтропия;
 $P \times V = R \times T$; $\rho = 1/V$;

Статические параметры движущегося потока:

$$P_{ст}; \quad T_{ст}; \quad \rho_{ст}; \quad V_{ст}; \quad i_{ст}; \quad S_{ст};$$

Полные параметры движущегося потока:

$$P^*; \quad T^*; \quad \rho^*; \quad V^*; \quad i^*; \quad S^*;$$

Кинетическая энергия единицы массы потока – $C^2/2$;

$$\begin{aligned}
 C^2/2 &= i^* - i_{\text{ст}}; & i^* &= i_{\text{ст}} + C^2/2; \\
 i^* - i_{\text{ст}} &= C_p \times (T^* - T_{\text{ст}}); & T^* &= T_{\text{ст}} + (i^* - i_{\text{ст}}) / C_p = T_{\text{ст}} + C^2 / (2 \times C_p); \\
 T^* / T_{\text{ст}} &= (P^* / P_{\text{ст}})^m; & P^* &= P_{\text{ст}} \times (T^* / T_{\text{ст}})^{1/m}; \\
 V^* &= R \times T^* / P^*; & \rho^* &= 1 / V^*; & S^* &= S_{\text{ст}};
 \end{aligned}$$

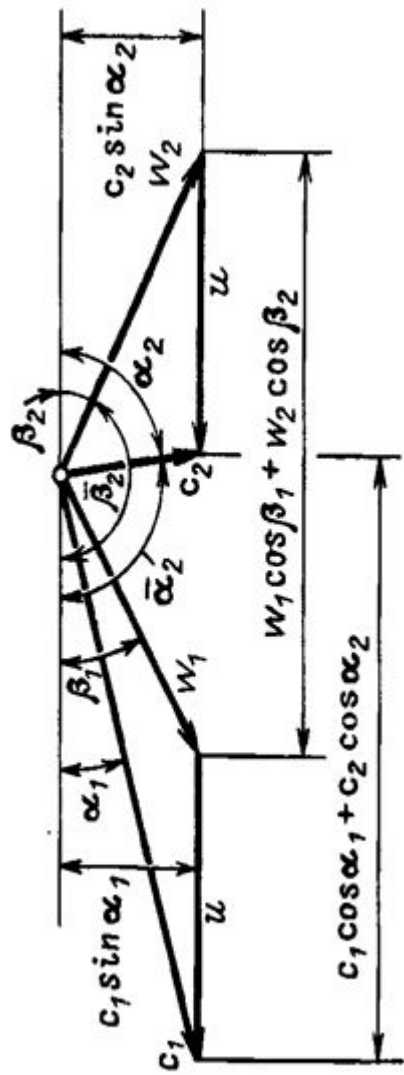
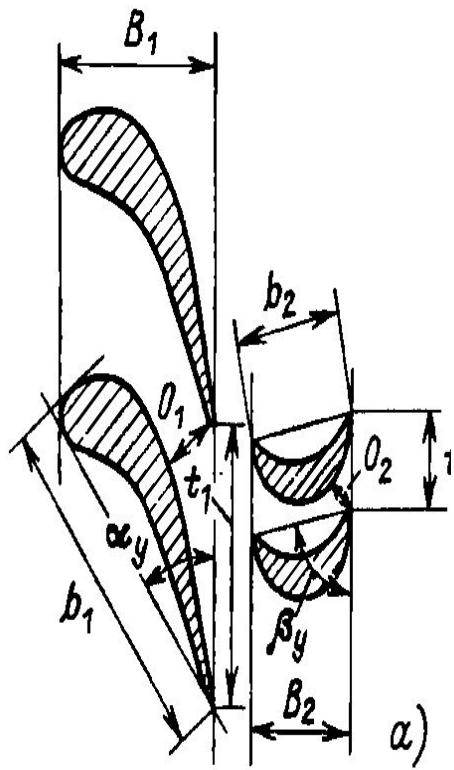
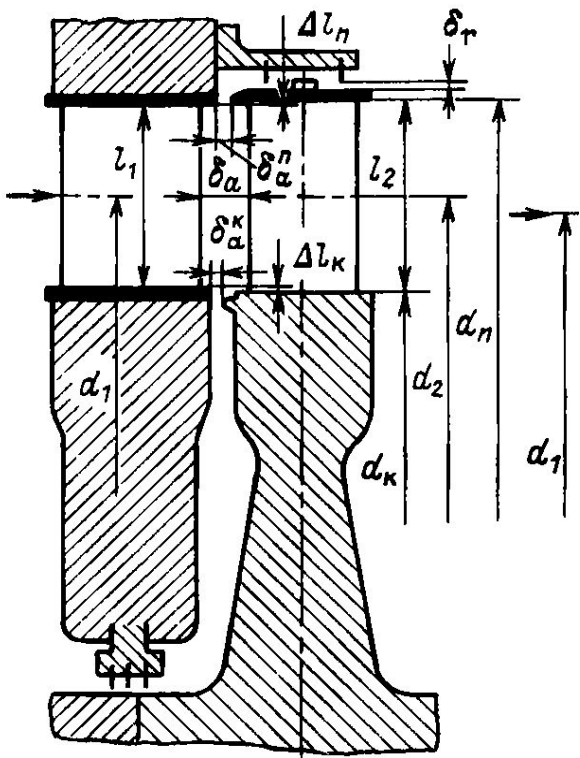
Полные параметры в относительном движении:

W

$$P_w; \quad T_w; \quad \rho_w; \quad V_w; \quad i_w; \quad S_w;$$

Кинетическая энергия единицы массы потока в относительном движении – $W^2/2$;

$$\begin{aligned}
 W^2/2 &= i_w - i_{\text{ст}}; & i_w &= i_{\text{ст}} + W^2/2; \\
 i_w - i_{\text{ст}} &= C_p \times (T_w - T_{\text{ст}}); & T_w &= T_{\text{ст}} + (i_w - i_{\text{ст}}) / C_p = T_{\text{ст}} + W^2 / (2 \times C_p); \\
 T_w / T_{\text{ст}} &= (P_w / P_{\text{ст}})^m; & P_w &= P_{\text{ст}} \times (T_w / T_{\text{ст}})^{1/m}; \\
 V_w &= R \times T_w / P_w; & \rho_w &= 1 / V_w; & S_w &= S_{\text{ст}};
 \end{aligned}$$



F_{Γ} – площадь горла;

$$F_{\Gamma} = O \times \text{---}$$

F_{κ} – кольцевая площадь расчетного сечения;

$$F_{\kappa} = \pi \times (d_{\Pi}^2 - d_{\kappa}^2)$$

α_1 – угол выхода потока из соплового аппарата;

$$\alpha_1 = \arcsin(F_{\Gamma 1} / F_{\kappa 1})$$

β_2 – угол выхода потока из рабочего колеса;

$$\beta_2 = \arcsin(F_{\Gamma 2} / F_{\kappa 2})$$

Расчет параметров производится только в отдельных сечениях

Параметры свойств рабочего тела принимаются постоянными, средними для рассчитываемых процессов

Течение в каналах считается адиабатным

Наличие трения в каналах учитывается скоростными коэффициентами

Скоростные коэффициенты определяются исходя из параметров лопаточного венца и режимов его обтекания

Уравнение сплошности $G = C \times F \times \rho_{\text{ст}}$;

$$C_1 = \sqrt{(C_{1a}^2 + C_{1u}^2)}; W_{1a} = C_{1a}; W_{1u} = C_{1u} - U; W_1 = \sqrt{(W_{1a}^2 + W_{1u}^2)}; \quad \Delta i_{\text{ca}} = C_1^2/2;$$

$$T_0^* = T_{\text{ст1}} + C_1^2/(2 \times C_p); \quad T_{W1} = T_{\text{ст1}} + W_1^2/(2 \times C_p);$$

$$W_2 = \sqrt{(W_{2a}^2 + W_{2u}^2)}; W_{2a} = C_{2a}; C_{2u} = W_{2u} - U; C_2 = \sqrt{(C_{2a}^2 + C_{2u}^2)}; \quad \Delta i_{\text{рк}} = W_2^2/2;$$

$$A_{\text{рк}} = U \times (C_{1u} - C_{2u});$$

$$T_{W2} = T_{W1} - A_{\text{рк}}/C_p; \quad T_{\text{ст2}} = T_{W2} - W_2^2/(2 \times C_p); \quad T_2^* = T_{\text{ст2}} + C_2^2/(2 \times C_p);$$

$$N = G \times A_{\text{рк}}$$

$$C_{1д} = C_{1г} \times \varphi;$$

$$W_{2д} = W_{2г} \times \psi;$$

T_3 – полная температура на входе в турбину;

P_3 – полное давление на входе в турбину;

T_4 – полная температура на выходе из турбины;

P_4 – полное давление на выходе из турбины;

G – расход рабочего тела;

n – частота вращения ротора турбины;

N – мощность турбины;

π_T – степень понижения давления в турбине; $\pi_T = P_3 / P_4$;

Π_a – адиабатический КПД турбины;

Π_{Π} – политропический КПД турбины;

ΔT_a – адиабатический перепад температур в турбине;

ΔT_d – действительный перепад температур в турбине; $\Delta T_d = \Delta T_a \times \Pi_a$;

\bar{G} , - приведенный расход (расходная характеристика турбины)

$$\bar{G} = G \times \sqrt{T_3 / P_3};$$

$$\Delta T_a = T_3 \times (1 - \pi_T^{-m});$$

$$\Delta T_d = T_3 \times (1 - \pi_T^{-m}) \times \eta_a;$$

$$N = G \times \Delta T_d \times C_p$$

$$T_4 = T_3 - \Delta T_d;$$

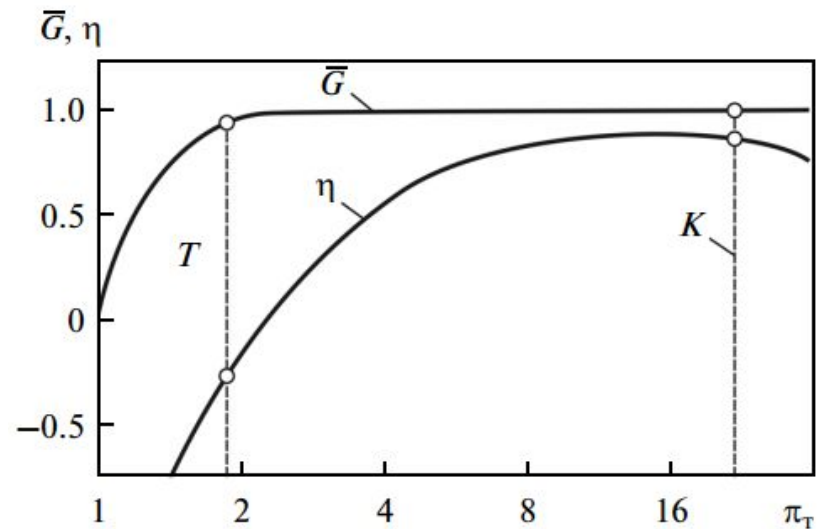
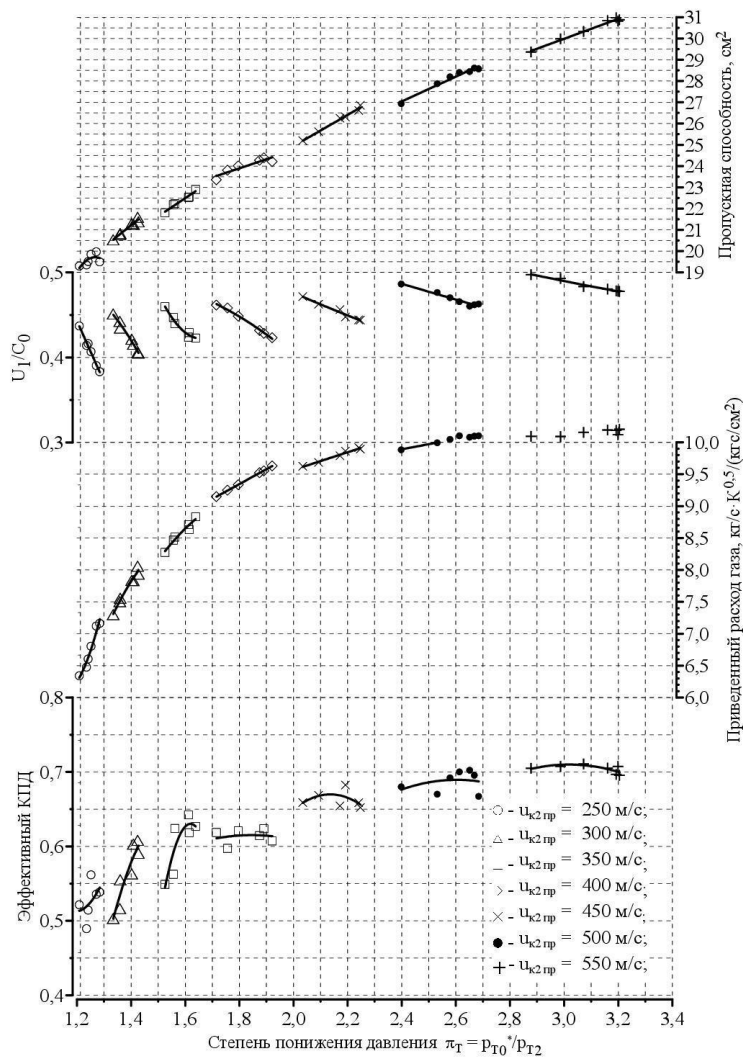


Рис. 2. Характеристика ЧНД

Рисунок 2 - Характеристики турбины ТКР 180.01.02-01-02 № 111111
 $F_T = 0.005 \text{ м}^2$, $d_{T1} = 74.0 \text{ мм}$, $d_{T2} = 100.0 \text{ мм}$, $d_{T3} = 150.0 \text{ мм}$,
 $d_{T0} = 38.2 \text{ мм}$, $d_{T1} = 120.0 \text{ мм}$, $d_{T2} = 105.2 \text{ мм}$, $z_T = 10.0$, $b_T = 0.0 \text{ мм}$, $b_{T1} = 0.0 \text{ мм}$,
 $F_{T0} = 0.0 \text{ см}^2$, $\Delta_{K.T.} = 0.0 \text{ мм}$
 Шифр ротора: 1801.1118.082 СБ. Тип контура: открытый

T_1 – полная температура на входе в компрессоре;

P_1 – полное давление на входе в компрессоре;

T_2 – полная температура на выходе из компрессора;

P_2 – полное давление на выходе из компрессора;

G – расход рабочего тела;

n – частота вращения ротора компрессора;

N – мощность компрессора;

π_k – степень повышения давления в компрессоре;

$$\pi_k = P_2 / P_1;$$

Π_a – адиабатический КПД компрессора;

Π_{Π} – политропический КПД компрессора;

ΔT_a – адиабатический перепад температур в компрессоре;

ΔT_d – действительный перепад температур в компрессоре;

$$\Delta T_d = \Delta T_a / \Pi_a;$$

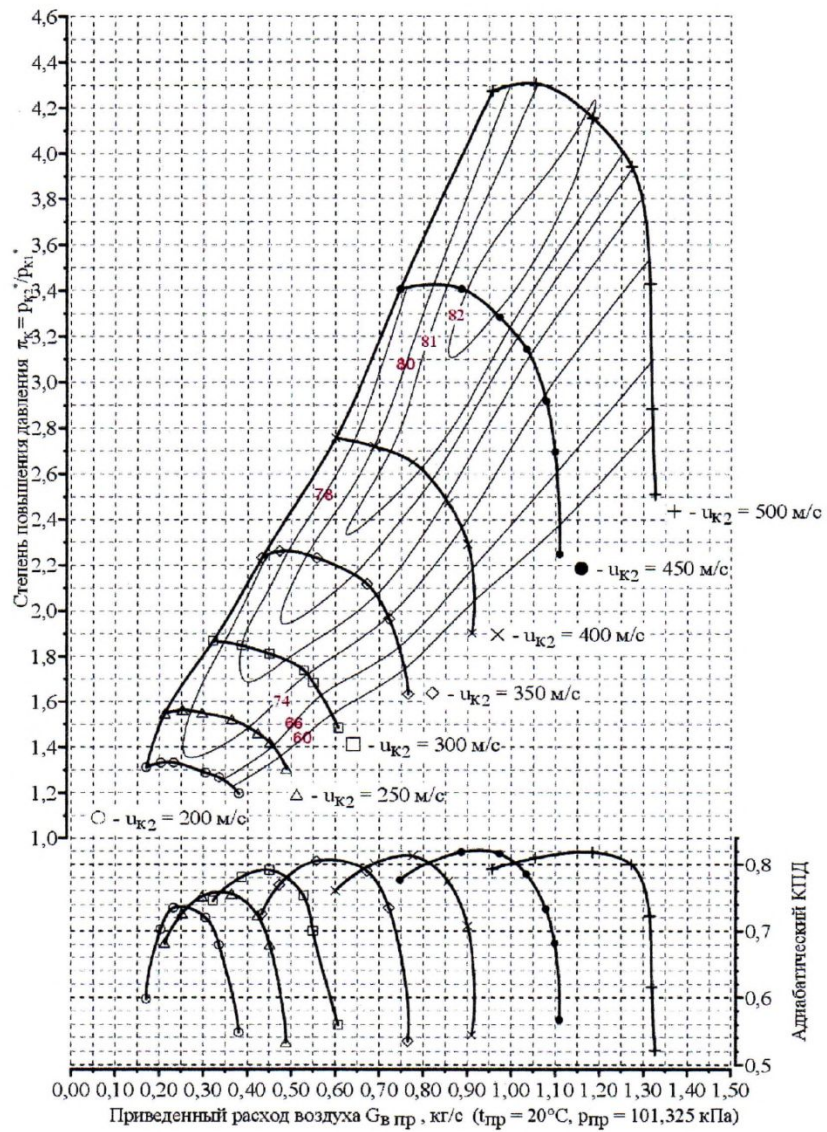
$G_{\text{пр}}$ - приведенный расход;

$$\Delta T_a = T_1 \times (\pi_k^m - 1);$$

$$\Delta T_d = T_1 \times (\pi_k^m - 1) / \eta_a;$$

$$T_2 = T_1 + \Delta T_d;$$

$$N = G \times \Delta T_d \times C_p$$



Характеристики компрессора ПКР 180.01.02-01(-02)
 $d_{k1} = 109.3$ мм, $d_{k2} = 176.0$ мм

T_2 – полная температура на входе в камеру сгорания;

P_2 – полное давление на входе в камеру сгорания;

T_3 – полная температура на выходе из камеры сгорания;

P_3 – полное давление на выходе из камеры сгорания;

G – расход рабочего тела в камере сгорания;

G_T – расход топлива;

H_u – теплотворная способность топлива;

Π_{kc} – коэффициент полноты сгорания;

v_{kc} – коэффициент восстановления полного давления в камере сгорания;

$$\Delta i_{kc} = f(G, G_T, H_u, \Pi_{kc});$$

$$P_3 = P_2 \times v_{kc};$$

$$T_3 = T_2 + \Delta i_{kc} / C_p;$$

$T_{1г}$ – полная температура на входе в ТА горячего теплоносителя;

$P_{1г}$ – полное давление на входе в ТА горячего теплоносителя;

$T_{2г}$ – полная температура на выходе из ТА горячего теплоносителя;

$P_{2г}$ – полное давление на выходе из ТА горячего теплоносителя;

$T_{1х}$ – полная температура на входе в ТА холодного теплоносителя;

$P_{1х}$ – полное давление на входе в ТА холодного теплоносителя;

$T_{2х}$ – полная температура на выходе из ТА холодного теплоносителя;

$P_{2х}$ – полное давление на выходе из ТА холодного теплоносителя;

$G_{г}$ – расход горячего теплоносителя;

$C_{рг}$ – теплоемкость горячего теплоносителя;

$G_{х}$ – расход холодного теплоносителя;

C_{px} – теплоемкость холодного теплоносителя;

Θ – эффективность ТА (степень рекуперации);

v_r – коэффициент восстановления полного давления горячего теплоносителя;

v_x – коэффициент восстановления полного давления холодного теплоносителя;

$$P_{2r} = P_{1r} \times v_r;$$

$$P_{2x} = P_{1x} \times v_x;$$

Если $G_r \times C_{pr} > G_x \times C_{px}$

$$T_{2x} = T_{1x} + (T_{1r} - T_{1x}) \times \Theta;$$

$$T_{2r} = T_{1r} - (T_{1r} - T_{1x}) \times (G_x \times C_{px}) / (G_r \times C_{pr});$$

Если $G_r \times C_{pr} < G_x \times C_{px}$

$$T_{2r} = T_{1r} - (T_{1r} - T_{1x}) \times \Theta;$$

$$T_{2x} = T_{1x} + (T_{1r} - T_{1x}) \times (G_r \times C_{pr}) / (G_x \times C_{px});$$