

Расчет магистрального газопровода

Практическое занятие 6

Этап 3. Расчет режима работы компрессорной станции

Исходные данные

Параметры ГТУ

Наименование параметра	Обозначение
Номинальная мощность ГПА , кВт	Ne^H
Коэффициент технического состояния по мощности	k_N
Коэффициент, учитывающий влияние температуры атмосферного воздуха на мощность ГТУ	k_t
Коэффициент, учитывающий влияние системы утилизации тепла	k_y
Коэффициент, учитывающий влияние относительной скорости силовой турбины	$K_{\square n}$
Номинальная температура воздуха , К	$T_{\text{возд}}^H$
Частота вращения силового вала, мин ⁻¹	$n_{\min}$
	$n_{\max}$

Параметры центробежного нагнетателя

Наименование параметра	Обозначение
Номинальная производительность, млн.м ³ /сут	$Q_{\text{НОМ}}$
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	$n_{\text{Н}}$
Механические потери мощности, кВт	$N_{\text{МЕХ}}$
Приведенный коэффициент сжимаемости	$Z_{\text{ПР}}$
Приведенная газовая постоянная, Дж/(кг · К)	$R_{\text{ПР}}$
Приведенная температура, К	$T_{\text{ПР}}$

3.1 Давление и температура на входе в центробежный нагнетатель:

$$P_{BC} = P_K - \Delta P_{BC} ;$$

$$T_{BC} = T_K .$$

3.2 Приведенные давления и температура при условиях всасывания:

$$P_{пр} = \frac{P_{BC}}{P_{ПК}} ;$$

$$T_{пр} = \frac{T_{BC}}{T_{ПК}} .$$

3.3 Коэффициент сжимаемости и плотность газа при условиях всасывания:

$$A_1 = -0,39 + \frac{2,03}{T_{\text{ПР}}} - \frac{3,16}{T_{\text{ПР}}^2} + \frac{1,09}{T_{\text{ПР}}^3}; \quad A_2 = 0,0423 - \frac{0,1812}{T_{\text{ПР}}} + \frac{0,2124}{T_{\text{ПР}}^2};$$

$$Z_{\text{BC}} = 1 + A_1 \cdot P_{\text{ПР}} + A_2 \cdot P_{\text{ПР}}^2$$

$$\rho_{\text{BC}} = \frac{P_{\text{BC}}}{Z_{\text{BC}} \cdot R \cdot T_{\text{BC}}} \cdot 10^6.$$

3.4 Число центробежных нагнетателей $m_{\text{ЦН}}$ и производительность при условиях всасывания Q_{BC}

$$m_{\text{ЦН}}^0 = \frac{Q}{Q_{\text{H}}} \Rightarrow m_{\text{ЦН}} = \text{целое число};$$

$$Q_{\text{BC}} = \frac{Q \cdot 10^6}{m_{\text{ЦН}} \cdot 24 \cdot 60} \cdot \frac{\rho_{\text{СТ}}}{\rho_{\text{BC}}}, \quad \text{м}^3 / \text{мин.}$$

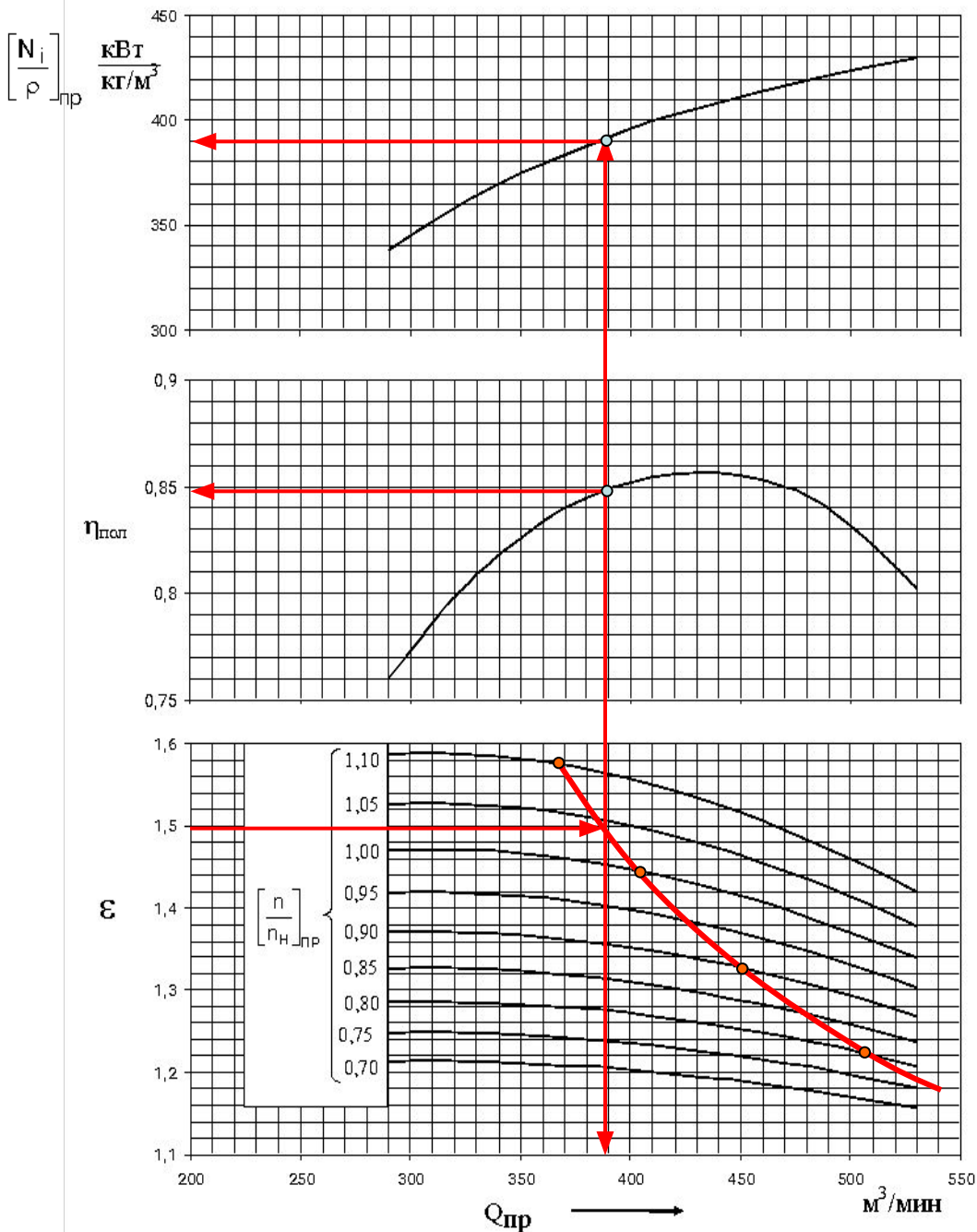
3.5 Задаваясь несколькими значениями $[n/n_H]_{\text{ПР}}$ определяем $Q_{\text{ПР}}$ (результаты заносятся в таблицу):

$\left[\frac{n}{n_H} \right]_{\text{ПР}}$	$n = n_H \cdot \left[\frac{n}{n_H} \right]_{\text{ПР}} / \sqrt{\frac{Z_{\text{ПР}} \cdot R_{\text{ПР}} \cdot T_{\text{ПР}}}{Z_{\text{ВС}} \cdot R \cdot T_{\text{ВС}}}}$	$\frac{n_H}{n}$	$Q_{\text{ПР}} = \frac{n_H}{n} \cdot Q_{\text{ВС}}$
0,7			
0,8			
0,9			
1,0			
1,1			

Полученные точки наносим на характеристику ЦН и соединяем линией.

3.6 Определяется степень повышения давления

$$\varepsilon = \frac{P_{\text{НАГ}}}{P_{\text{ВС}}} .$$



3.7. Из ϵ проводится горизонтальная линия до пересечения с кривой режимов.

Далее находим:

$$Q_{пр}, \text{м}^3 / \text{мин};$$

$$\left[\frac{N_i}{\rho_{вс}} \right]_{пр}, \text{кВт} / (\text{кг} / \text{м}^3);$$

$$\eta_{пол} \cdot$$

3.8. Частота вращения вала ЦН ($n_{\min} < n < n_{\max}$)

$$n = n_H \cdot \frac{Q_{BC}}{Q_{ПР}}, \quad \text{мин}^{-1}.$$

3.9 Внутренняя (потребляемая) мощность ЦН

$$N_i = \rho_{BC} \cdot \left[\frac{N_i}{\rho_{BC}} \right]_{ПР} \cdot \left(\frac{n}{n_H} \right)^3, \quad \text{кВт}.$$

3.10 Мощность на муфте привода

$$N_e = N_i + N_{МEX}, \quad \text{кВт}.$$

3.11 Располагаемая мощность ГПА

$$N_e^P = N_e^H \cdot K_N \cdot K_t \cdot K_y \cdot K_{\bar{n}} \cdot K_{P_a} ,$$

N_e^H – номинальная мощность ГПА;

K_N – коэффициент технического состояния по мощности, если нет оснований принятия другой величины;

K_t – коэффициент влияния атмосферного воздуха на мощность ГПА;

K_y – коэффициент, учитывающий влияние системы утилизации тепла, (при наличии $K_y = 0,985$; при отсутствии $K_y = 1$);

$K_{\square n}$ – коэффициент влияния относительной скорости силовой турбины, $K_{\square n} = 1$;

K_{P_a} – коэффициент, учитывающий влияние высоты над уровнем моря.

$$K_t = 1 - k_t \cdot \frac{T_{\text{ВОЗД}} - 288}{T_{\text{ВОЗД}}} ;$$

$$K_{P_a} = \frac{P_a}{0,1013} .$$

Должно выполняться условие

$$N_e < N_e^P .$$

3.12 Температура на выходе ЦН

$$T_{НАГ} = T_{ВС} \cdot \varepsilon^{\frac{k-1}{k \cdot \eta_{пол}}}.$$

k – показатель адиабаты, равный

$$k = \frac{C_P}{C_V} = \frac{C_P}{C_P - R} \quad ;$$

C_P – при условиях всасывания.