

РГР  
вариант 36

**Задача 1.** Расчет характеристик двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Двигателя параллельного возбуждения, номинальное напряжение которого  $U_{\text{ном}}=220$  В, развивает номинальную мощность  $P_{\text{ном}}=2,9$  кВт. Номинальная частота вращения якоря  $n_{\text{ном}}=1000$  об/мин и номинальный КПД  $\eta_{\text{ном}}=85$  %. Потери мощности в цепи якоря  $\Delta P_{\text{я}} = 5,8$  % и в цепи возбуждения  $\Delta P_{\text{в}} = 4,8$  % заданы в процентах от потребляемой мощности двигателя  $P_{\text{1ном}}$ .

**Определить:** ток в цепи возбуждения, ток якоря при номинальной нагрузке  $I_{\text{яном}}$  пусковой вращающий момент при пуске двигателя с пусковым реостатом, скорость вращения якоря при номинальном моменте на валу двигателя и включения в цепь добавочного сопротивления  $R_{\text{доб}}$  равного  $kR_{\text{я}}$ , где  $k = 2$  – номер группового варианта. Построить естественную и реостатную механическую (для  $R_{\text{доб}}=kR_{\text{я}}$ ) характеристики двигателя. Начертить схему включения двигателя с пусковым реостатом. При решении задачи принять для пуска двигателя  $I_{\text{пуск}}=2,5I_{\text{яном}}$ .

### Решение

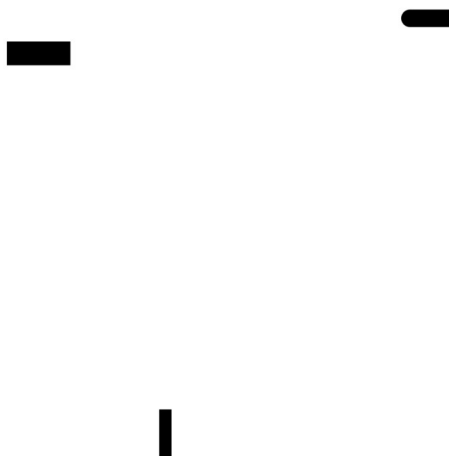


Рисунок 1- Схема ДПТ с параллельным возбуждением

Определим потребляемую мощность:

$$P_{1\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\eta_{\text{ном}}} = \frac{2900}{0,85} = 3412 \text{ Вт}$$

Определим потери в обмотке возбуждения:

$$\Delta P_{\text{в}} = 0,048 \cdot P_{1\text{ном}} = 0,048 \cdot 2900 = 139,2 \text{ Вт}$$

Определим потери в обмотке якоря:

$$\Delta P_{\text{я}} = 0,058 \cdot P_{1\text{ном}} = 0,058 \cdot 2900 = 168,2 \text{ Вт}$$

Определим ток возбуждения  $I_{\text{в}}$ :

$$I_{\text{в}} = \frac{\Delta P_{\text{в}}}{U_{\text{н}}} = \frac{139,2}{220} = 0,633 \text{ А}$$

Определим ток номинальный:

$$I_{\text{ном}} = \frac{P_{1\text{ном}}}{U_{\text{н}}} = \frac{3412}{220} = 15,509 \text{ А}$$

Определим ток якоря:

$$I_{\text{я}} = I_{\text{ном}} - I_{\text{в}} = 15,509 - 0,633 = 14,876 \text{ А}.$$

Определим сопротивление якоря:

$$R_{\text{я}} = \frac{\Delta P_{\text{я}}}{I_{\text{я}}^2} = \frac{168,2}{14,876^2} = 0,76 \text{ Ом.}$$

Определим момент двигателя:

$$M_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}} \cdot 9550}{n_{\text{ном}}} = \frac{2,9 \cdot 9550}{1000} = 27,7 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Определим скорость вращения якоря при номинальном моменте на валу и включении в цепь якоря добавочного сопротивления, равного  $3R_{\text{я}}$

$$n_{2R} = \frac{U_{\text{ном}} - I_{\text{я}}(R_{\text{я}} + 2 \cdot R_{\text{я}})}{C_e \cdot \Phi},$$

$$n_{\text{ном}} = \frac{U_{\text{ном}} - I_{\text{я}} R_{\text{я}}}{C_e \cdot \Phi},$$

$$\frac{n_{3R}}{n_{\text{ном}}} = \frac{U_{\text{ном}} - I_{\text{я}}(R_{\text{я}} + 2 \cdot R_{\text{я}})}{U_{\text{ном}} - I_{\text{я}} R_{\text{я}}},$$

$$n_{3R} = n_{\text{ном}} \frac{U_{\text{ном}} - I_{\text{я}}(R_{\text{я}} + 2 \cdot R_{\text{я}})}{U_{\text{ном}} - I_{\text{я}} R_{\text{я}}},$$

$$n_{3R} = 1000 \cdot \frac{220 - 14,876(0,76 + 2 \cdot 0,76)}{220 - 14,876 \cdot 0,76} = 891,7 \text{ об / мин.}$$

Построить естественную и реостатную характеристики двигателя  $n = f(M)$ ,  $n_{3R} = f(M)$

Обе характеристики являются прямыми, выходящими из одной точки  $n_0$  на оси частоты вращения. Точка соответствует режиму холостого хода, для которого момент  $M_0 = 0$ , а ток  $I_{\text{я}0} = 0$ . Частоту вращения холостого хода  $n_0$  можно вычислить через номинальное значение  $n_{\text{ном}}$  на основе уравнения, записанного для двух режимов:

$$n_{\text{ном}} = \frac{U_{\text{ном}} - I_{\text{я}} R_{\text{я}}}{C_e \cdot \Phi},$$

$$n_0 = \frac{U_{\text{НОМ}} - 0 R_{\text{я}}}{C_e \cdot \Phi_{\square}},$$

$$\frac{n_0}{n_{\text{НОМ}}} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{U_{\text{НОМ}} - I_{\text{я}} R_{\text{я}}},$$

$$n_0 = n_{\text{НОМ}} \frac{U_{\text{НОМ}}}{U_{\text{НОМ}} - I_{\text{я}} R_{\text{я}}},$$

$$n_0 = 1000 \frac{220}{220 - 14,876 \cdot 0,76} = 1054 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

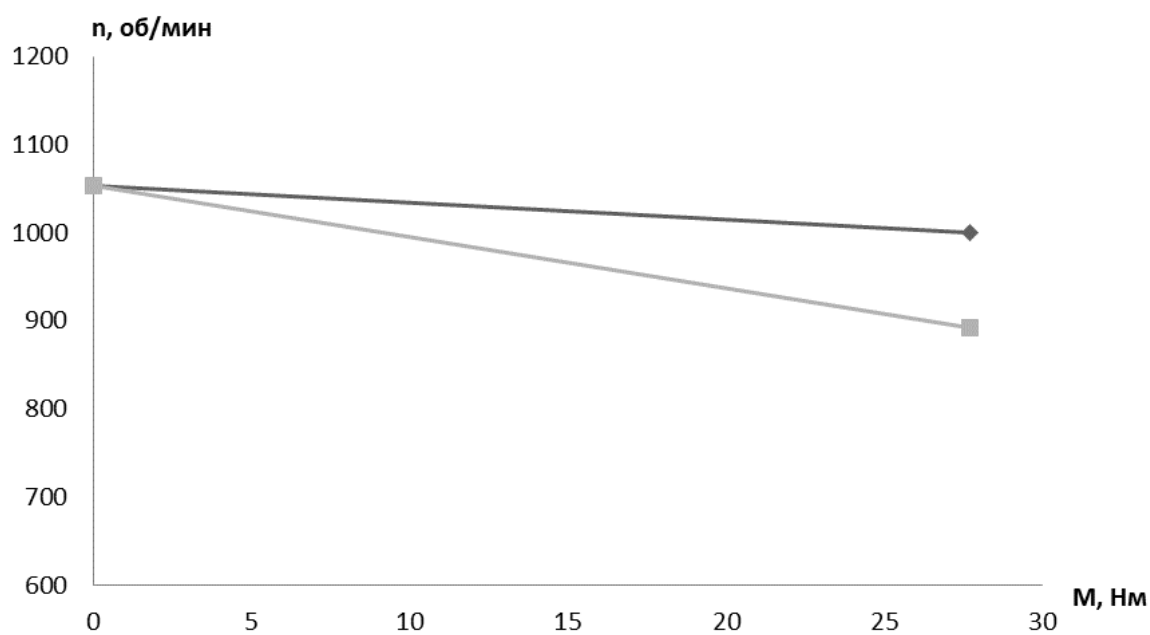


Рисунок 2 – Естественная и реостатная механические характеристики

## Задача 2. Выбор мощности двигателя постоянного тока

Для заданного режима нагрузки производственного механизма построить нагрузочную диаграмму  $P=f(t)$  и выбрать мощность двигателя постоянного тока. Кратность пускового момента  $K_p=2,2$ . Времена для нагрузочной диаграммы  $t_1=63$  с,  $t_2=103$  с,  $t_3=13$  с,  $t_4=48$  с,  $t_5=6$  с.

Скорость номинальная  $n_{ном} = 2250$  об/мин;

Нагрузка:  $P_1 = 8$  кВт  $P_1 = 4$  кВт;  $P_1 = 15$  кВт;  $P_1 = 10$  кВт;  $P_1 = 20$  кВт.

## Решение

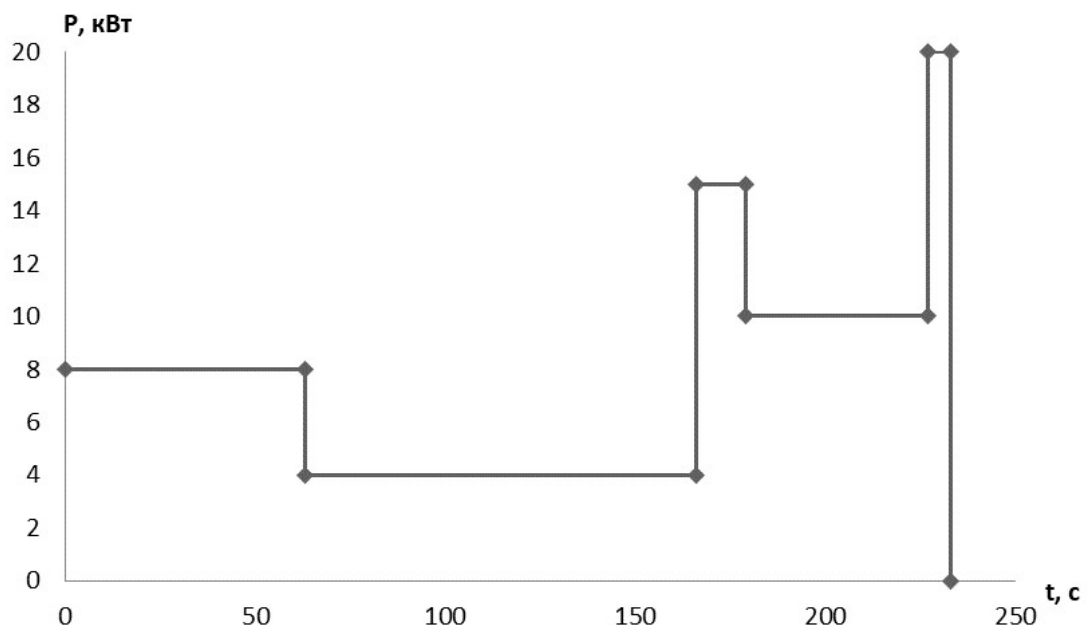


Рисунок 1 Нагрузочная диаграмма

Рассчитаем среднеквадратическое значение мощности:

$$\begin{aligned} P_{\text{ср}} &= \sqrt{\frac{P_1^2 \cdot t_1 + P_2^2 \cdot t_2 + P_3^2 \cdot t_3 + P_4^2 \cdot t_4 + P_5^2 \cdot t_5}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}} = \\ &= \sqrt{\frac{8^2 \cdot 63 + 4^2 \cdot 103 + 15^2 \cdot 13 + 10^2 \cdot 48 + 20^2 \cdot 6}{63 + 103 + 13 + 48 + 6}} = 8.236 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Выбираем электродвигатель постоянного тока серии 2ПО мощностью 10 кВт, номинальные данные двигателя указаны в таблице 1.

Таблица 1 Технические характеристики

Тип двигателя	$P_{2ном},$ кВт	$U_{я},$ В	$n_{ном},$ об/мин	КПД , %	$I_{я},$ А	$L_{я},$ мГн	$J,$ кг*м <sup>2</sup>	$\lambda$	m
2ПО160L	10	440	2120	88,5	24,11	18	0,1	1,8	5,1

## ЛИТЕРАТУРА

1. Набиев Ф.М. Электрические машины: учеб. пособие для вузов. -2-е изд./ Ф.М. Набиев, И.И. Алиев. – М.: РадиоСофт, 2014. – 256 с.
2. Алиев И.И. Электрические машины: учеб. пособие для вузов. / И.И. Алиев.– СПб.: Питер, 2014. – 448с.
3. Вольдек А.И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы: учебник для вузов / А.И. Вольдек. – СПб.: Питер, 2007. – 320 с.
4. Вольдек А.И. Электрические машины. Машины переменного тока: учебник для вузов / А.И. Вольдек. – СПб.: Питер, 2007. – 350 с.