

## Практическая работа №1 по разделу Машины постоянного тока.

При анализе данного материала студенту необходимо повторить конспект лекций – машины постоянного тока (МПТ), который выложен на портале.

В представленной работе содержатся примеры решения задач по МПТ и задачи для самостоятельного решения.

Каждому студенту необходимо решить три задачи (задачи для самостоятельного решения). Условия задач одинаковые для всех, но параметры машин выбираются из таблиц, в соответствии с номером вашего варианта.

**Номер варианта определяется последней цифрой вашего логина (имя студента)**

Работа, которую вы отправляете на проверку преподавателю, должна содержать (указан вклад в оценку содержимого работы)

1. Условие задачи. (10%)
2. Решение, т.е. определение необходимых величин, согласно условию задачи. (90%)

Работу вы можете выполнить любым способом, даже вручную, отсканировать, перевести в PDF и прислать преподавателю.

### Примеры решения задач.

**Задача 1.** Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения известны следующие данные: номинальная мощность  $P_n = 95$  кВт, номинальное напряжение  $U_n = 220$  В, номинальный ток  $I_n = 470$  А, сопротивление обмоток в цепи якоря  $r_a = 0.0125$  Ом, номинальный ток возбуждения  $I_{вн} = 4.25$  А, номинальная частота вращения  $n_n = 500$  об/мин. Определить: коэффициент полезного действия  $\eta$ , электрические потери в обмотках якоря  $P_{эл.я}$  и возбуждения  $P_{эл.в}$ , постоянную составляющую потерь мощности  $P_o$ , ток холостого хода  $I_o$ , значение добавочного сопротивления в цепи якоря  $r_d$ , при котором двигатель развивает номинальную мощность при частоте вращения  $n = 400$  об/мин. Падением напряжения на щетках пренебречь.

*Решение*

Потребляемая из сети мощность, кВт:

$$P_1 = U_n I_n = 220 \cdot 470 = 103.$$

Коэффициент полезного действия, о.е.:

$$\eta = \frac{P_n}{P_1} = \frac{95}{103} = 0.918.$$

Ток обмотки якоря, А:

$$I_{ан} = I_n - I_{вн} = 470 - 4.25 = 465.75.$$

Потери мощности в обмотке якоря, кВт:

$$P_{эл.я} = I_{ан}^2 r_a = 465.75^2 \cdot 0.0125 = 2.71.$$

Потери мощности в обмотке возбуждения, кВт:

$$P_{\text{эл.в}} = I_{\text{вн}} U_{\text{н}} = 4.25 \cdot 220 = 0.935.$$

Постоянная доля потерь мощности, состоящая из потерь в стали, механических потерь, добавочных потерь и электрических потерь в цепи возбуждения, кВт:

$$P_o = P_1 - (P_{\text{н}} + P_{\text{эл.а}}) = 103 - (95 + 2.71) = 5.69.$$

Ток холостого хода, А:

$$I_o = \frac{P_o}{U_{\text{н}}} = \frac{5.69 \cdot 10^3}{220} = 25.9.$$

Электродвижущая сила якоря при номинальной частоте вращения, В:

$$E_{\text{ан}} = U_{\text{н}} - I_{\text{ан}} r_a = 220 - 470 \cdot 0.0125 = 214.$$

При неизменном токе возбуждения значение ЭДС, индуцированной в обмотке якоря, пропорционально частоте вращения ротора. ЭДС при частоте вращения  $n = 400$  об/мин, В:

$$E_a = \frac{n}{n_{\text{н}}} E_{\text{ан}} = \frac{400}{500} 214 = 173.$$

Ток якоря при номинальной мощности двигателя и частоте вращения  $n = 400$  об/мин, А:

$$I_a = \frac{P_{\text{н}}}{E_a} = \frac{95 \cdot 10^3}{173} = 548.$$

Добавочное сопротивление в цепи якоря, при котором двигатель развивает номинальную мощность при  $n = 400$  об/мин, определяется на основании второго закона Кирхгофа  $U_{\text{н}} = E_a + I_a (r_a + r_d)$ . Добавочное сопротивление, Ом:

$$r_d = \frac{U_{\text{н}} - E_a}{I_a} - r_a = \frac{220 - 173}{548} - 0.0125 = 0.0727.$$

**Задача 2.** Генератор постоянного тока независимого возбуждения с номинальным напряжением  $U_{\text{н}} = 230$  В и номинальной частотой вращения  $n_{\text{н}} = 1500$  об/мин имеет простую петлевую обмотку якоря, состоящую из  $N = 200$  проводников. Число полюсов генератора  $2p = 4$ , сопротивление обмоток якоря при рабочей температуре  $\Sigma r_a = 0.175$  Ом, основной магнитный поток

$\Phi = 4.8 \cdot 10^{-2}$  Вб. Для номинального режима работы генератора определить: ЭДС якоря  $E_{\text{ан}}$ , ток нагрузки  $I_{\text{ан}}$ , электромагнитную мощность  $P_{\text{эм}}$  и электромагнитный момент  $M_{\text{эм}}$ . Размагничивающим действием реакции якоря пренебречь.

*Решение*

Для простой петлевой обмотки число параллельных ветвей  $2a$  равно числу полюсов  $2p$ :  $2a = 2p = 4$ .

Электродвижущая сила якоря, В:

$$E_{\text{ан}} = \frac{pN}{60a} n_{\text{н}} \Phi = \frac{2 \cdot 200}{60 \cdot 2} 1500 \cdot 4.8 \cdot 10^{-2} = 240.$$

Ток обмотки якоря, А:

$$I_{\text{ан}} = \frac{E_{\text{ан}} - U_{\text{н}}}{\Sigma r_a} = \frac{240 - 230}{0.175} = 57.1.$$

Электромагнитная мощность, Вт:

$$P_{\text{эм}} = I_{\text{ан}} E_{\text{ан}} = 57.1 \cdot 240 = 13714.$$

Электромагнитный момент, Нм:

$$M_{\text{эм}} = \frac{P_{\text{эм}}}{2\pi n_{\text{н}}} = \frac{13714}{2\pi(1500/60)} = 87.4.$$

**Задачи для самостоятельного решения. Каждому студенту необходимо решить три задачи. Параметры машин взять из таблиц согласно номеру варианта.**

**Задача 1.** Электродвигатель постоянного тока параллельного возбуждения мощностью  $P_{\text{н}}$  включен в сеть напряжением  $U_{\text{н}}$ . В номинальном режиме работы якорь двигателя вращается с частотой  $n_{\text{н}}$ , коэффициент полезного действия –  $\eta_{\text{н}}$ . Сопротивление обмотки возбуждения при рабочей температуре  $r_{\text{в}}$ , сопротивление обмоток в цепи якоря  $\Sigma r$  (табл. 1). Определить: электромагнитную мощность и электромагнитный момент при номинальной нагрузке двигателя, сумму магнитных и механических потерь, а также сопротивление пускового реостата, при котором начальный пусковой ток двигателя равен  $2.5 I_{\text{н}}$ .

Таблица 1

Величины	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{н}}$ , кВт	6	9	14	20	7.1	11	17	24	15	20
$U_{\text{н}}$ , В	110	220	220	220	220	220	220	220	220	220
$n_{\text{н}}$ , об/мин	750	1060	1500	2360	750	1000	1500	2360	750	1000
$\eta_{\text{н}}$ , %	81	86	88	89	83	87	89	90	83	86
$\Sigma r$ , Ом	0.14	0.26	0.14	0.05	0.45	0.25	0.11	0.08	0.25	0.17
$r_{\text{в}}$ , Ом	34.5	117	117	74	124	124	124	124	53	67

**Задача 2.** Генератор постоянного тока независимого возбуждения с номинальным напряжением  $U_{\text{н}}$  и номинальной частотой вращения  $n_{\text{н}}$  имеет простую волновую обмотку якоря, состоящую из  $N$  проводников. Число полюсов генератора  $2p=4$ , сопротивление обмоток в цепи якоря при рабочей температуре  $\Sigma r$ , основной магнитный поток  $\Phi$  (табл. 2). Для номинального режима работы генератора определить: ЭДС  $E_{\text{а}}$ , ток нагрузки  $I_{\text{н}}$ , полезную мощность  $P_{\text{н}}$ , электромагнитную мощность  $P_{\text{эм}}$  и электромагнитный момент  $M_{\text{эм}}$ . Размагничивающим действием реакции якоря пренебречь.

Таблица 2

Величины	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_H, В$	230	230	460	460	460	115	460	230	230	230
$n_H, \text{об/мин}$	1500	2300	3000	2300	1500	1000	2300	1000	3000	2300
$\Sigma r, \text{Ом}$	0.175	0.08	0.17	0.30	0.70	0.09	0.27	0.35	0.08	0.14
$N$	100	118	273	234	200	80	252	114	100	138
$\Phi, \text{Вб} \cdot 10^{-2}$	4.8	2.6	1.7	2.6	4.8	4.5	2.4	6.1	2.4	2.2

**Задача 3.** Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения известны следующие данные: номинальная мощность  $P_H$ , номинальное напряжение  $U_H$ , номинальный ток  $I_H$ , сопротивление обмоток в цепи якоря  $r_{я}$ , номинальный ток возбуждения  $I_{BH}$ , номинальная частота вращения  $n_H$ . (табл. 3). Определить: коэффициент полезного действия  $\eta$ , электрические потери в обмотках якоря  $P_{эл.я}$  и возбуждения  $P_{эл.в}$ , постоянную составляющую потерь мощности холостого хода  $P_0$ , ток холостого хода  $I_0$ , значение добавочного сопротивления в цепи якоря  $r_d$ , при котором двигатель развивает номинальную мощность при частоте вращения  $n = kn_H$ .

Таблица 3

Величины	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_H, \text{кВт}$	46	33	75	100	67	112	95	33	24	29
$U_H, В$	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
$n_H, \text{об/мин}$	1500	650	520	475	590	650	540	870	580	1000
$I_H, А$	238	168	374	500	338	560	470	168	128	151
$r_{я}, \text{Ом}$	0,035	0,049	0,013	0,01	0,02	0,011	0,012	0,049	0,08	0,07
$I_{BH}, А$	3,3	3,1	5,5	6,1	5,3	6,2	5,9	3,2	2,9	3,1
$k$	0,8	0,6	0,7	0,65	0,75	0,8	0,6	0,7	0,65	0,75

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чичечян В.И. Электрические машины: (сборник задач): Учеб. пособие для спец. «Электромеханика». – М.: Высш. шк., 1988. – 231 с.
2. Электрические машины: Сборник задач и упражнений / Пер. с венг.; А. Данку, А. Фаркаш, Л. Надь. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 360 с