

## Электротехника и электроника - 100

### Задание для обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Дата 28.04

Группа А-18

Учебная дисциплина: ОП.03 Электротехника и электроника

Тема занятия: Расчет параметров машины постоянного тока

Форма Практическое занятие

#### Задание

- Записать название работы, тему и цель работы
- Выполнить действия обозначенные в разделе «Порядок выполнения работы»
- Выполнить индивидуальное задание по теме: «Определение основных параметров машины постоянного тока»

#### Практическое занятие №14

##### Тема: Расчет параметров машины постоянного тока

Цель работы – научиться вычислять электрическое сопротивление постоянному току в электрической цепи и определять абсолютную и относительную погрешности

#### Краткие теоретические сведения

Эти задачи относятся к теме "Электрические машины постоянного тока".

Необходимо отчетливо представлять связь между напряжением  $U$  на зажимах машины, ЭДС  $E$  и падение напряжение  $I_{\text{я}} \cdot \sum R$ , в обмотке якоря генератора и двигателя.

Для генератора  $E = U + I_{\text{я}} \cdot \sum R$ ,

Для двигателя  $U = E + I_{\text{я}} \cdot \sum R$

В этих формулах  $\sum R = R_{\text{я}} + R_{\text{ДП}} + R_{\text{ко}} + R_{\text{с}} + R_{\text{щ}}$  - сумма сопротивлений всех участков цепи якоря: обмотки якоря  $R_{\text{я}}$ , обмотки добавочных полюсов  $R_{\text{ДП}}$ , компенсационной обмотки  $R_{\text{ко}}$ , последовательной обмотки возбуждения  $R_{\text{с}}$  и переходного щеточного контакта  $R_{\text{щ}}$ .

При отсутствии в машине (это зависит от её типа и предложенной задачи) каких-либо из указанных обмоток в формулу, определяющую  $\sum R$  не входят соответствующие слагаемые.

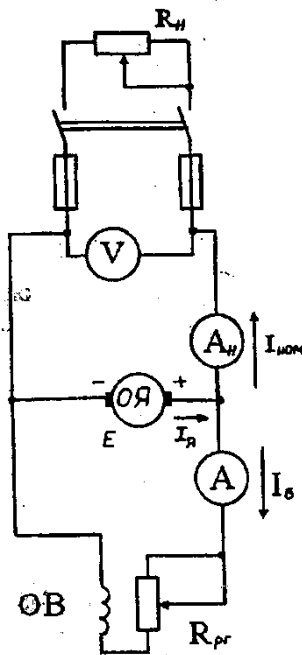
Полезный вращающий момент на валу двигателя определяются по формуле

$$M = \frac{60 \cdot P_{\text{2ном}}}{2\pi \cdot n_{\text{ном}}}, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

где  $P_2, Вт$  - полезная механическая мощность,  
 $n, об/мин$  - частота вращения вала двигателя.

### Пример 1

На рис.1 представлена схема генератора постоянного тока с параллельным возбуждением, работающего в режиме номинальной нагрузки. Его технические данные:  $P_{ном} = 16000 Вт$  - номинальная мощность;  $U_{ном} = 230 В$  - номинальное напряжение;  $R_{я} = 0,13 Ом$  - сопротивление якоря;  $R_{\epsilon} = 164 Ом$  - сопротивление возбуждения;  $\eta = 90,1\%$  - номинальный коэффициент полезного действия.



Определить:

$I_{ном}$  - номинальный ток нагрузки;

$I_{\epsilon}$  - ток возбуждения

$I_{я}$  - ток якоря генератора;

$P_{я}$  - потери мощности в якоре;

$P_{\epsilon}$  - потери мощности в обмотке возбуждения;

$P_{щ}$  - потери мощности в щеточном контакте, приняв  $\Delta U_{щ} = 2 В$  - падение напряжения на электрографитированных щетках;

$P_{доб}$  - добавочные потери мощности;

$P_x$  - потери холостого хода.

Рисунок 1 - Схема генератора постоянного тока

Решение.

1. Ток нагрузки 
$$I_{ном} = \frac{P_{ном}}{U_{ном}} = \frac{16000}{230} = 69,6 А$$

2. Ток возбуждения 
$$I_{\epsilon} = \frac{U_{ном}}{R_{\epsilon}} = \frac{230}{164} = 1,4 А$$

3. Ток якоря 
$$I_{я} = I_{ном} + I_{\epsilon} = 69,6 + 1,4 = 71 А.$$

4. Потери мощности в обмотке якоря

$$P_{я} = I_{я}^2 \cdot R_{я} = 71^2 \cdot 0,13 = 655 Вт$$

5. Потери мощности в обмотке возбуждения

$$P_{\epsilon} = I_{\epsilon}^2 \cdot R_{\epsilon} = 1.4^2 \cdot 164 = 321 \text{ Вт}$$

6. Потери мощности в щеточном контакте

$$P_{\text{щ}} = \Delta U_{\text{щ}} \cdot I_{\text{я}} = 2.71 = 1428 \text{ Вт}.$$

7. Добавочные потери мощности

$$P_{\text{доб}} = 0.01 P_{\text{ном}} = 0.01 \cdot 16000 = 160 \text{ Вт}.$$

8. Мощность, потребляемая генератором от первичного двигателя

$$P_1 = \frac{P_{\text{ном}}}{\eta_{\text{ном}}} = \frac{16000}{0.901} = 17758 \text{ Вт}$$

9. Суммарные потери мощности в генераторе

$$\sum P = P_1 - P_{\text{ном}} = 17758 - 16000 = 1758 \text{ Вт}.$$

10. Потери холостого хода

$$P_x = \sum P - (P_{\text{я}} + P_{\epsilon} + P_{\text{щ}} + P_{\text{доб}}) = 1758 - (655 + 321 + 142 + 160) = 480 \text{ Вт}$$

## Пример 2

На рис. 2 представлена схема двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением, работающего в номинальном режиме. Двигатель рассчитан на номинальную мощность на валу  $P_{2\text{ном}} = 2000 \text{ Вт}$ . Номинальное напряжение, подведенное к двигателю  $U_{\text{ном}} = 27 \text{ В}$ . Частота вращения якоря  $n_{\text{ном}} = 8000 \text{ об/мин}$ . Двигатель потребляет из сети ток  $I_{\text{ном}} = 100 \text{ А}$ . Сопротивление обмотки якоря, добавочных полюсов и последовательной обмотки возбуждения  $\sum R = R_{\text{я}} + R_{\text{ап}} + R_{\text{п}} = 0.01433 \Omega$ . Сопротивление параллельной обмотки возбуждения  $R_{\text{ш}} = 6.75 \text{ Ом}$

ПР - пусковой реостат.

РР - регулировочный реостат.

ОВШ - параллельная (шунтовая) обмотка возбуждения.

ОВС - последовательная (серийная) обмотка возбуждения.

ОДП — обмотка добавочных полюсов.

Определить:

$P_1$  - потребляемую из сети мощность;

$\eta_{\text{ном}}$  - номинальный коэффициент полезного действия двигателя;

$M$  - полезный вращающий момент;

$I_{\text{я}}$  - ток якоря;

$E$  – противо-ЭДС в обмотке якоря;  
 $\sum P$  — суммарные потери мощности в двигателе;  
 $P_{\text{э}}$  - электрические потери мощности;  
 $P_{\text{доб}}$  - добавочные потери мощности;  
 $P_x$  - потери холостого хода

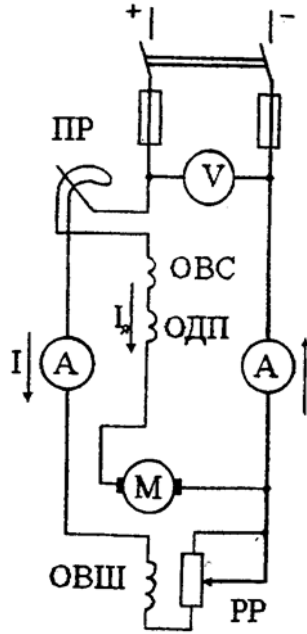


Рисунок 2 - Схема двигателя постоянного тока

Решение

1. Мощность, потребляемая двигателем из сети:

$$P_1 = U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}} = 27 \cdot 100 = 2700 \text{ Вт}$$

2. Номинальный коэффициент полезного действия двигателя:

$$\eta_{\text{ном}} = \frac{P_{2\text{ном}}}{P_1} = \frac{2000}{2700} = 0,74 \text{ Вт}$$

3. Полезный вращающий момент на валу двигателя

$$M = \frac{60 \cdot P_{2\text{ном}}}{2\pi \cdot n_{\text{ном}}} = \frac{60 \cdot 2000}{2 \cdot 3,14 \cdot 8000} = 2,38 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

4. Ток параллельной обмотки возбуждения:  $I_{\text{ш}} = \frac{U_{\text{ном}}}{R_{\text{ш}}} = \frac{27}{6,75} = 4 \text{ А}$

5. Ток, протекающий через обмотку якоря, обмотку добавочных полюсов, последовательную обмотку возбуждения:  $I_{\text{я}} = I_{\text{ном}} - I_{\text{ш}} = 100 - 4 = 96 \text{ А}$

## 6. Противо-ЭДС в обмотке якоря

$$E = U_{ном} - I_{я}(R_{я} + R_{\partial n} + R_c) - \Delta U_{щ} = 27 - 96 \cdot 0,01443 - 2 = 23,61B$$

где  $\Delta U_{щ} = 2B$  - потери напряжения в переходном контакте щеток на коллекторе

## 7. Суммарные потери мощности в двигателе:

$$\Sigma P = P_1 - P_{2ном} = 2700 - 2000 = 700Bm$$

## 8. Электрические потери мощности в двигателе

$$P_{\Sigma} = P_{я} + P_{\partial n} + P_{щ} + P_{ш} + P_c = 158 + 42 + 6,88 + 16,42 + 96,8 = 320,1Bm$$

где:  $P_{я} = I_{я}^2 \cdot R_{я}$  - потери мощности в якоре,

$P_{\partial n} = I_{я}^2 \cdot R_{\partial n}$  - потери мощности в добавочных полюсах,

$P_c = I_{я}^2 \cdot R_c$  - потери мощности в последовательной обмотке возбуждения,

$P_{щ} = \Delta U_{щ} \cdot I_{я}$  - потери мощности в переходном контакте щеток на коллекторе;

$P_{ш} = U_{ном} \cdot I_{ш}$  - потери мощности в параллельной обмотке возбуждения.

$$P_{\Sigma} = I_{я}^2(R_{я} + R_{\partial n} + R_c) + \Delta U_{щ} \cdot I_{я} + U_{ном} \cdot I_{ш} = 96^2 \cdot 0,01443 + 2 \cdot 96 + 27 \cdot 4 = 433Bm$$

## 9. Добавочные потери мощности, возникающие в обмотке якоря

$$P_{доб} = 0,01 \cdot P_{2ном} = 0,01 \cdot 2000 = 20 Bm$$

10. Потери холостого хода:  $P_x = \Sigma P - (P_{\Sigma} + P_{доб}) = 700 - (433 + 20) = 247Bm$

**Задание для индивидуального выполнения по теме: Определение основных параметров машины постоянного тока**

### Задача (вариант 1-16)

На рис.1 представлена схема генератора постоянного тока с параллельным возбуждением, работающего в режиме номинальной нагрузки, для которого известны:  $P_{нрм}$  - номинальная мощность;  $U_{ном}$  - номинальное напряжение;  $R_{я}$  - сопротивление якоря;  $I_{\phi}$  - ток возбуждения;  $P_x$  - потери холостого хода

Определить:

$I_{ном}$  - номинальный ток нагрузки;

$I_{я}$  - ток якоря генератора;

$P_{я}$  - потери мощности в якоре;

$P_{\phi}$  - потери мощности в обмотке возбуждения;

$P_{щ}$  - потери мощности в щеточном контакте, приняв  $\Delta U_{щ} = 2B$  падение напряжения на электрографитированных щетках;

$P_{доб}$  - добавочные потери мощности;

$\Sigma P$  - суммарные потери мощности;

$\eta_{ном}$  - коэффициент полезного действия.

Данные для своего варианта взять из таблицы 1 (номер варианта соответствует порядковому номеру в журнале)

Таблица 1 - Исходные данные к задаче 1

№ варианта	$P_{нрм}$ , кВт	$U_{ном}$ , В	$R_{я}$ , Ом	$I_{в}$ , А	$P_{х}$ , Вт
1	50,0	230	0,040	4,30	1500
2	70,0	115	0,010	12,00	2100
3	42,0	230	0,050	3,60	1260
4	27,0	115	0,030	7,00	1080
5	35,0	115	0,040	6,00	1400
6	55,0	230	0,040	2,40	1650
7	32,0	230	0,070	4,20	1280
8	42,0	460	0,100	2,70	1080
9	65,0	460	0,070	2,80	1950
10	70,0	230	0,020	6,00	1400
11	5,5	230	0,322	2,28	165
12	14,0	460	0,080	6,05	420
13	6,7	460	0,518	3,33	201
14	16,0	230	0,031	4,66	480
15	24,0	460	0,096	4,66	720
16	0,4	115	1,460	0,14	12

### Задача (вариант 17-32)

На рис.2 представлена схема двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением, работающего в номинальном режиме, для которого известны:  $P_{2ном}$  - номинальная мощность на валу двигателя;  $U_{ном}$  - номинальное напряжение, подведенное к двигателю;  $\eta_{ном}$  - номинальный коэффициент полезного действия;  $n_{ном}$  - частота вращения вала двигателя;  $R_{я}$  - сопротивление обмотки якоря;  $R_{доп}$  - сопротивление обмотки добавочных полюсов;  $R_c$  - сопротивление последовательной /серийной/ обмотки возбуждения;  $R_{ш}$  - сопротивление параллельной /шунтовой/ обмотки возбуждения.

Определить:

$M$  - вращающий момент на валу двигателя;

$P_{Iном}$  - мощность, потребляемую двигателем из сети;

$I_{ном}$  - ток, потребляемый двигателем из сети;

$I_{ш}$  - ток в параллельной обмотке возбуждения;

$I_{я}$  - ток в обмотке якоря ;

$\sum P$  — суммарные потери мощности в двигателе;

$P_{\text{я}}$  - электрические потери мощности в обмотке якоря;

$P_{\text{доп}}$  - электрические потери мощности в обмотке дополнительных полюсов;

$P_{\text{с}}$  - электрические потери мощности в последовательной обмотке возбуждения;

$P_{\text{ш}}$  - электрические потери мощности в параллельной обмотке возбуждения;

$P_{\text{щ}}$  - электрические потери мощности в переходном контакте щеток коллектора,

приняв  $\Delta U_{\text{щ}} = 2B$ ;

$P_{\text{доб}}$  - добавочные потери мощности;

$P_{\text{х}}$  - потери холостого хода, состоящие из потерь в стали и механических потерь.

Данные для своего варианта взять из таблицы 2

Таблица 2 - Исходные данные к задаче

№ варианта	$P_{2\text{ном}}$ , кВт	$U_{\text{ном}}$ , В	$\eta_{\text{ном}}$ , %	$n_{\text{ном}}$ об/мин,	$R_{\text{я}}$ , Ом	$R_{\text{дп}}$ , Ом	$R_{\text{с}}$ , Ом	$R_{\text{щ}}$ , Ом
17	1,50	220	78,80	1500	2,3440	0,6230	0,1020	500,0
18	2,20	220	79,00	1500	0,9120	0,3310	0,0826	220,0
19	6,00	220	82,00	1500	0,4590	0,1390	0,0371	174,0
20	8,00	220	84,50	1500	0,2650	0,0940	0,0263	137,5
21	11,00	220	83,40	1500	0,2030	0,0886	0,0256	164,0
22	19,00	220	84,67	1500	0,1400	0,0485	0,0068	100,0
223	25,00	220	86,70	1500	0,0931	0,0354	0,0045	110,0
24	55,00	220	88,80	1500	0,0275	0,0135	0,0027	88,0
25	100,00	220	90,69	1500	0,0122	0,0054	0,0008	73,3
26	200,00	220	92,20	1500	0,0042	0,0019	0,0005	44,0
27	1,00	110	71,50	3000	0,5870	0,3457	0,1305	92,0
28	0,90	110	73,0	2000	0,6359	0,4080	0,1430	87,0
29	3,70	220	81,0	2360	0,3400	0,2185	0,0420	202,0
30	8,50	440	84,5	2240	0,6683	0,4435	0,0295	89,0
31	5,50	110	80,0	1500	0,0800	0,0654	0,0394	27,8
32	3,00	220	75,5	1000	0,8687	0,6358	0,0561	138

**Форма отчета:** отчет по практической работе

**Срок выполнения задания** 28.04.

Получатель отчета: [kudryashova.ta@mail.ru](mailto:kudryashova.ta@mail.ru)