

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Тамбовский государственный технический университет"

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Методические указания к выполнению
расчетно-графической и контрольной работы
для студентов 2–3 курсов специальностей
110301, 110304, 190702, 220501, 230201, 240401, 240902, 280202



Тамбов
Издательство ТГТУ
2006

УДК 621.3(076)
ББК ◀261я73-5
А44

Рецензент

Доктор технических наук, профессор
Ю.Ю. Громов

Авторы - составители:

И.Н. Акулинин
В.В. Афонин
Ж.А. Зарандия

В.В. Афонин, Ж.А. Зарандия. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. 16 с.

Даны 50 вариантов задания для выполнения расчетно-графической и контрольной работ по разделу «Электрические машины» по темам «Трехфазный трансформатор», «Асинхронный двигатель», «Двигатель постоянного тока» для студентов специальностей 110301, 110304, 190702, 220501, 230201, 240401, 240902, 280202 дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.3(076)

ББК ←261я73-5

© Тамбовский государственный
технический университет (ТГТУ), 2006

Учебное издание

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Методические указания

А в т о р ы - с о с т а в и т е л и:

АКУЛИНИН Игорь Николаевич,
АФОНИН Владимир Васильевич,
ЗАРАНДИЯ Жанна Александровна

Редактор З.Г. Чернова

Инженер по компьютерному макетированию М.Н. Рыжкова

Подписано к печати 10.05.2006.

Формат 60 × 84/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура Times New Roman. Объем: 0,93 усл. печ. л.; 0,9 уч.-изд. л.

Тираж 50 экз. С. 248^М

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Целью настоящей расчетно-графической (контрольной) работы является развитие у студентов дневного и заочного отделений практических навыков решения задач по курсу «Электрические машины», углубление и закрепление теоретических знаний по курсу.

При выполнении расчетно-графической (контрольной) работы студентам необходимо ознакомиться с курсом лекций и соответствующими разделами рекомендованной литературы.

Расчетно-графическая (контрольная) работа содержит исходный текст задания и 50 вариантов для расчета трехфазного трансформатора, трехфазного асинхронного двигателя и двигателя постоянного тока, отличающихся друг от друга, но, примерно, одинаковой сложности. Вариант задания определяет преподаватель.

Расчетно-графическая (контрольная) работа оформляется на листах формата А4 (297×210 мм), поля: верхнее, нижнее и правое – 20 мм, левое – 10 мм. Записи на листах выполняются на одной стороне. Допускается выполнение работ на развернутых двойных листах из школьных тетрадей в клетку. В работе не надо приводить вывод формул, имеющих в рекомендованной литературе. В ходе решения необходимо давать краткие пояснения, обязательно приводить размерности всех найденных при расчетах величин. В начале каждой задачи следует привести краткую запись задания с указанием значений в системе СИ. Расчет искомых величин следует вести сначала в общем виде, а затем в полученные окончательные формулы поставить числовые значения. Результаты расчетов обязательно сопровождать единицами измерений. Не рекомендуется загромождать работы излишними промежуточными вычислениями. При построении графиков и диаграмм необходимо соблюдать принятые в учебных пособиях правила, выбирать удобные масштабные величины (как правило, кратные числам 2, 5, 10) и обязательно указывать масштаб, обозначения осей и размерностей по ним. Для элементов схем и электрических величин следует пользоваться действующими ГОСТ 2.710–81 и ГОСТ 2.755–87.

Титульный лист содержит название вуза, кафедры, расчетно-графической (контрольной) работы, фамилию и инициалы студента и преподавателя, номер группы. Образец оформления титульного листа приведен в прил. 1.

Для защиты расчетно-графической (контрольной) работы необходимо изучить разделы «Трансформаторы», «Асинхронные машины» и «Машины постоянного тока» по рекомендуемой литературе и лекциям.

Расчетно-графическая (контрольная) работа считается зачтенной, если она выполнена аккуратно, правильно и устно защищена перед закрепленным кафедрой преподавателем. Зачтенные работы сдаются на хранение на кафедру.

ЗАДАНИЯ

Задача 1

Для трехфазного трансформатора по данным из табл. 1:

- 1 Составить Г-образную схему замещения трансформатора.
- 2 Определить коэффициент трансформации.
- 3 Рассчитать параметры Г-образной схемы замещения трансформатора и угол магнитных потерь.
- 4 Для значений коэффициента нагрузки $\beta = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2$ рассчитать и построить характеристики трансформатора:
 - а) процентное изменение напряжения вторичной обмотки $\Delta u_2 = f_1(\beta)$; для активно-индуктивного характера нагрузки принять $\cos\varphi_2 = 0,7$; для активно-емкостной нагрузки – $\cos\varphi_2 = 0,8$.
 - б) зависимость $\eta = f(\beta)$ для значения коэффициента мощности $\cos\varphi_2 = 0,8$.

Таблица 1

Номер вари-	Группа соединения	$S_{\text{ном}}$, кВ·А	$U_{1\text{ном}}$, В	$U_{2\text{ном}}$, В	$u_{\text{к}^*}$, %	$P_{\text{к}}$, Вт	P_0 , Вт	$I_{\text{х}^*}$, %
-------------	-------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	---------------------	------------	----------------------

анта	обмоток							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Y/Y ₀ -0	630	6000	400	5,0	7600	1680	3,2
2	Y/Y ₀ -0	630	3000	400	5,0	7600	1680	3,2
3	Y/Y ₀ -0	400	10 000	690	4,5	5500	1080	3,2
4	Y/Y ₀ -0	400	10 000	400	4,5	5500	1080	3,2
5	Y/Y ₀ -0	400	10 000	230	4,5	5500	1080	3,2
6	Y/Y ₀ -0	400	6300	400	4,5	5500	1080	3,2
7	Y/Y ₀ -0	400	6000	690	4,5	5500	1080	3,2
8	Y/Y ₀ -0	400	6000	400	4,5	5500	1080	3,2
9	Y/Y ₀ -0	400	3000	400	4,5	5500	1080	3,2
10	Y/Y ₀ -0	250	10 000	690	4,7	4200	780	2,3
11	Y/Y ₀ -0	250	10 000	230	4,7	4200	780	2,3
12	Y/Δ-11	250	6000	400	4,5	3700	780	2,3
13	Y/Δ-11	250	6000	690	4,5	2650	540	2,3
14	Y/Δ-11	160	6000	690	4,5	2650	540	2,4
15	Y/Y ₀ -0	160	10 000	400	4,5	3100	540	2,4
16	Y/Y ₀ -0	160	10 000	230	4,5	3100	540	2,4
17	Y/Δ-11	160	6000	400	4,5	2650	540	2,4
18	Y/Δ-11	160	6000	230	4,5	2650	540	2,4

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
19	Y/Y ₀ -0	100	35 000	400	4,7	2270	465	2,6
20	Y/Δ-11	100	35 000	230	4,7	2270	465	2,6
21	Y/Y ₀ -0	100	20 000	400	4,7	2270	465	2,6
22	Y/Δ-11	100	20 000	230	4,7	2270	465	2,6
23	Y/Y ₀ -0	100	6000	400	4,5	1970	365	2,6
24	Y/Δ-11	100	6000	230	4,5	1970	365	2,6
25	Y/Δ-11	100	10 000	400	4,7	2270	365	2,6
26	Y/Δ-11	100	10 000	230	4,7	2270	365	2,6
27	Y/Y ₀ -0	63	2000	400	4,5	1280	260	2,8
28	Y/Y ₀ -0	63	20 000	239	4,7	1470	260	2,8
29	Y/Y ₀ -0	63	2000	400	4,7	1470	260	2,8
30	Y/Y ₀ -0	63	10 000	400	4,7	1470	260	2,8
31	Y/Δ-11	63	10 000	230	4,7	1470	260	2,8
32	Y/Δ-11	63	6000	400	4,5	1280	260	2,8
33	Y/Δ-11	63	6000	230	4,5	1280	260	2,8
34	Y/Δ-11	40	10 000	400	4,0	1000	180	3,2
35	Y/Y ₀ -0	40	6000	400	4,7	690	125	3,0
36	Y/Y ₀ -0	40	6000	230	4,5	880	180	3,0
37	Y/Y ₀ -0	40	10 000	250	4,5	880	180	3,0
38	Y/Δ-11	25	10 000	400	4,7	690	125	3,0
39	Y/Δ-11	25	6000	400	4,5	600	125	3,0
40	Y/Y ₀ -0	25	10 000	230	4,7	690	125	3,0
41	Y/Y ₀ -0	25	6000	230	4,5	600	125	3,0
42	Y/Y ₀ -0	420	10 000	525	5,5	7000	2100	6,6

43	Y/Δ-11	320	35 000	560	6,5	6200	2300	7,5
44	Y/Y ₀ -0	240	10 000	525	5,0	5100	1600	7,0
45	Y/Δ-11	180	10 000	525	5,0	4400	730	7,0
46	Y/Y ₀ -0	100	10 000	525	5,0	2400	1200	7,5
47	Y/Y ₀ -0	73	10 000	230	5,0	187	590	7,5
48	Y/Y ₀ -0	50	10 000	400	5,0	1325	440	8,0
49	Y/Y ₀ -0	30	10 000	400	5,0	850	300	9,0
50	Y/Δ-11	20	6300	230	5,0	600	180	9,0

Задача 2

Для трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором определить следующие характеристики по данным табл. 2:

- 1 Потребляемую двигателем мощность.
- 2 Номинальный, максимальный и пусковой моменты.
- 3 Номинальный и пусковой токи.
- 4 Номинальное и критическое скольжение.
- 5 Рассчитать и построить механическую характеристику асинхронного двигателя $n_2 = f(M)$ для значений скольжений $s = 0; 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; s_{ном}; s_{кр}$. Расчет производить по упрощенной формуле Клосса.

Таблица 2

Номер варианта	$U_{ном}, В$	$P_{ном}, кВт$	$S_{ном}, \%$	$\eta_{ном}$	$\cos\varphi_{ном}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}} = \lambda$	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	380	75	3,0	0,925	0,92	2,0	1,1	7,0
2	380	55	3,0	0,925	0,92	2,0	1,1	7,0
3	380	40	3,0	0,925	0,92	2,0	1,1	7,0
4	380	30	3,0	0,91	0,91	2,0	1,2	7,0
5	380	22	3,0	0,90	0,90	2,0	1,2	7,0
6	380	17	3,0	0,89	0,89	2,0	1,3	6,5
7	380	13	3,0	0,865	0,89	2,0	1,3	6,5
8	380	10	3,0	0,865	0,87	2,0	1,4	6,5
9	220	100	2,5	0,915	0,92	2,2	1,2	6,5
10	220	75	3,0	0,90	0,92	2,2	1,9	7,0
11	220	55	3,0	0,90	0,92	2,2	1,9	7,0
12	220	40	3,0	0,89	0,91	2,2	1,2	7,0
13	220	30	3,0	0,89	0,90	2,2	1,1	7,0
14	220	22	3,5	0,88	0,90	2,2	1,1	6,5
15	220	17	3,5	0,88	0,90	2,2	1,2	6,5
16	220	13	3,5	0,88	0,88	2,2	1,5	6,5
17	220	10	4,0	0,88	0,89	2,2	1,5	6,5
18	220	7,5	3,5	0,87	0,89	2,2	1,6	7,0
19	220	5,5	3,0	0,86	0,88	2,2	1,7	7,0
20	220	4,0	2,0	0,855	0,89	2,2	1,7	7,0

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	220	3,0	3,5	0,845	0,88	2,2	1,7	7,0

22	220	2,2	4,5	0,83	0,89	2,2	1,8	7,0
23	220	115	4,5	0,805	0,88	2,2	1,8	6,5
24	220	011	4,0	0,795	0,87	2,2	1,9	6,5
25	220	0,8	3,0	0,78	0,86	2,2	1,9	6,5
26	220	1,1	3,0	0,87	0,87	2,2	1,6	6,5
27	220	1,5	3,0	0,81	0,85	2,6	1,6	6,5
28	380	2,2	3,0	0,87	0,87	2,6	1,2	6,5
29	220	3,0	3,0	0,845	0,88	2,6	1,2	7,0
30	220	4,0	3,0	0,865	0,89	2,5	1,2	7,0
31	380	5,5	3,5	0,85	0,855	2,5	1,5	7,0
32	380	7,5	3,5	0,875	0,87	2,2	1,5	7,0
33	380	22	3,5	0,89	0,91	3,0	1,5	6,5
34	220	30	3,0	0,89	0,915	3,0	1,8	6,5
35	220	37	3,0	0,89	0,91	3,0	1,8	6,5
36	380	45	3,0	0,89	0,915	2,3	1,8	6,5
37	380	55	3,0	0,89	0,91	2,4	1,6	6,5
38	380	75	3,5	0,85	0,875	2,4	1,6	7,0
39	380	90	3,0	0,85	0,88	2,3	1,2	7,0
40	220	22	3,0	0,89	0,915	2,1	1,2	7,0
41	380	30	3,5	0,91	0,88	2,1	1,6	7,0
42	380	37	3,5	0,975	0,89	2,2	1,6	7,0
43	220	45	3,5	0,90	0,975	2,8	1,6	6,5
44	220	55	3,0	0,91	0,90	2,8	1,4	6,5
45	380	75	3,0	0,93	0,90	2,8	1,4	6,5
46	380	90	3,0	0,89	0,88	2,2	1,4	6,5
47	220	22	3,0	0,90	0,88	2,3	1,2	7,0
48	220	30	3,5	0,91	0,89	2,2	1,5	7,0
49	220	37	3,0	0,90	0,88	2,3	1,5	6,5
50	220	45	3,0	0,915	0,9	2,3	1,8	6,5

Задача 3

Для двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением по данным табл. 3:

1 Начертить электрическую схему подключения двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.

Определить:

- 2 Номинальный момент на валу электродвигателя.
- 3 Ток, потребляемый двигателем из сети при номинальной нагрузке.
- 4 Токи в цепях возбуждения и якоря при номинальной нагрузке.
- 5 Сопротивления якоря и цепи возбуждения.
- 6 Для значений тока якоря $I_{\text{я}} = 0,25I_{\text{яном}}; 0,5I_{\text{яном}}; 0,75I_{\text{яном}}; I_{\text{яном}}; 1,25I_{\text{яном}}$ определить:
 - а) суммарную мощность потерь;
 - б) КПД электродвигателя;
 - в) момент на валу;
 - г) частоту вращения якоря.

7 Построить в общей системе координат зависимости: $M = f_1(I_{\text{я}}); n = f_2(I_{\text{я}}); \eta = f_3(I_{\text{я}})$.

Номер варианта	$U_{\text{ном}}, \text{В}$	$P_{\text{ном}}, \text{кВт}$	$U_{\text{ном}}, \text{об/мин}$	$\eta_{\text{ном}}$	$\Delta P_{\text{в}}, \%$	$\Delta P_{\text{я}}, \%$
1	2	3	4	5	6	7
1	110	8,0	1000	0,825	4	50
2	110	15,0	1000	0,83	3	50
3	110	26,0	1000	0,825	4	50
4	110	37,0	1000	0,84	2	50
5	220	7,1	750	0,80	2	50
6	220	10,0	750	0,80	2	50
7	220	18,5	750	0,81	3	50
8	220	30,0	750	0,805	4	50
9	220	42,0	750	0,81	4	50
10	110	56,0	1000	0,80	3	50
11	110	8,5	1000	0,81	3	50
12	110	11,0	1000	0,81	2	50
13	440	6,3	1500	0,84	2	50
14	440	10,0	1500	0,83	4	50
15	440	14,0	1500	0,83	2	50

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
16	440	17,0	1500	0,83	2	50
17	440	7,5	2200	0,82	4	50
18	440	16,0	2200	0,82	3	50
19	440	20,0	2200	0,89	4	50
20	440	10,0	2200	0,89	3	50
21	440	14,0	2200	0,82	3	50
22	440	18,5	2200	0,89	4	50
23	440	25,0	2200	0,89	3	50
24	440	32,0	2200	0,825	4	50
25	110	11,0	1000	0,83	4	50
26	220	11,0	750	0,83	2	50
27	220	8,0	750	0,83	2	50
28	220	15,0	750	0,825	3	50
29	220	26,0	750	0,825	3	50
30	220	37,0	750	0,82	4	50
31	110	7,1	1000	0,81	2	50
32	110	10,0	1000	0,805	3	50
33	110	18,5	1000	0,805	4	50
34	110	30,0	1000	0,805	3	50
35	110	42,0	1000	0,82	3	50
36	220	6,3	750	0,82	2	50
37	220	10,0	750	0,825	2	50
38	220	14,0	750	0,83	2	50
39	220	17,0	750	0,82	4	50
40	110	10,0	1000	0,885	4	50
41	110	14,0	1000	0,88	3	50
42	110	18,5	1000	0,885	3	50
43	110	25,0	1000	0,88	2	50

44	110	32,0	1000	0,83	4	50
45	440	8,0	2200	0,83	2	50
46	440	15,0	2200	0,83	3	50
47	440	26,0	2200	0,83	4	50
48	440	37,0	2200	0,83	3	50
49	220	7,5	750	0,88	2	50
50	220	8,5	750	0,81	4	50

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Задача 1

В задании под номинальным напряжением понимают линейные напряжения трансформатора. Независимо от схемы соединения обмоток трансформатора номинальные токи – это линейные токи.

Номинальный ток определяется по формуле

$$I_{\text{ном}} = \frac{S_{\text{ном}}}{\sqrt{3} U_{\text{ном}}}.$$

Если обмотки трансформатора соединены «звездой», то $I_{\phi} = I_{\text{ном}}$ и $U_{\phi} = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{3}}$; если обмотки соединены «треугольником», то $I_{\phi} = \frac{I_{\text{ном}}}{\sqrt{3}}$ и $U_{\phi} = U_{\text{ном}}$.

Коэффициент трансформации определяется по формуле

$$K = \frac{U_{1\phi}}{U_{2\phi}}.$$

Эквивалентная схема замещения трансформатора составляется для одной фазы.

Для расчета параметров схемы должны быть известны фазные напряжения, токи и соответствующие мощности холостого хода и короткого замыкания.

Ниже приведены расчетные формулы для определения параметров схемы замещения:

$$z_k = \frac{U_{k\phi}}{I_{1\phi}},$$

где $U_{k\phi} = u_k \cdot U_{1\phi}$;

$$R_k = \frac{P_k}{3I_{1\phi}^2}; \quad x_k = \sqrt{z_k^2 - R_k^2};$$

$$z_1 = z_2 = \frac{z_k}{2}; \quad R_1 = R_2 = \frac{R_k}{2}; \quad x_1 = x_2 = \frac{x_k}{2};$$

$$z_2 = \frac{z_2'}{K^2}; \quad R_2 = \frac{R_2'}{K^2}; \quad x_2 = \frac{x_2'}{K^2};$$

$$z_{12} = \frac{U_{\phi}}{I_0}; \quad R_{12} = \frac{P_0}{3I_0^2}; \quad x_{12} = \sqrt{z_{12}^2 - R_{12}^2},$$

где $I_0 = I_x \cdot I_{1\text{ном}}$.

Угол магнитных потерь рассчитывается по формуле

$$\delta_0 = 90^\circ - \varphi_0,$$

где φ_0 определяется из выражения $\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3} U_{1\text{ном}} I_0}$.

Процентное изменение вторичного напряжения рассчитывается по выражению

$$\Delta u_2 \% = \beta (u_a \cdot \cos \varphi_2 + u_p \cdot \sin \varphi_2),$$

где $\beta = \frac{I_2}{U_{2\text{ном}}}$ – коэффициент загрузки;

$$u_{a^*} = u_{k^*} \cos \varphi_k; \quad u_{p^*} = \sqrt{u_{k^*}^2 - u_{a^*}^2}.$$

где $\cos \varphi_k = \frac{R_k}{z_k}$.

Выражение для расчета КПД трансформатора имеет вид

$$\eta = \frac{\beta S_{\text{НОМ}} \cos \varphi_2}{\beta S_{\text{НОМ}} \cos \varphi_2 + P_0 + \beta^2 P_k}.$$

Задача 2

Потребляемая мощность определяется по формуле

$$P_{1\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{\eta_{\text{НОМ}}}.$$

Номинальный момент рассчитывается:

– если $P_{\text{НОМ}}$ берется в кВт,

$$M_{\text{НОМ}} = 9550 \frac{P_{\text{НОМ}}}{n_{\text{НОМ}}};$$

– если $P_{\text{НОМ}}$ берется в Вт,

$$M_{\text{НОМ}} = 9,55 \frac{P_{\text{НОМ}}}{n_{\text{НОМ}}}.$$

Максимальный (критический) момент из соотношения столбца 7 табл. 2.

Пусковой момент определяется из соотношения столбца 8, табл. 2.

Номинальный ток

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{P_{1\text{НОМ}}}{\sqrt{3} U_{\text{НОМ}} \cos \varphi_{\text{НОМ}}}.$$

Пусковой ток двигателя определяется из соотношения столбца 9 табл. 2.

Выражения для определения номинального и критического скольжений имеют вид:

$$s_{\text{НОМ}} = \frac{n_0 - n_{\text{НОМ}}}{n_0}; \quad s_{\text{кр}} = s_{\text{НОМ}} \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1} \right).$$

Для построения механической характеристики вращающий момент рассчитывается по упрощенной формуле Клосса:

$$M = \frac{2M_{\text{max}}}{\frac{s}{s_{\text{кр}}} + \frac{s_{\text{кр}}}{s}},$$

а число оборотов – $n = n_0 (1 - s)$.

Рабочий участок механической характеристики строится по данным расчетов п. 5 до критической (максимальной) точки. Оставшийся нелинейный участок получается путем соединения точки пуска и критической точки плавной кривой. Пусковой момент определяется в п. 2 данной задачи.

Задача 3

Мощность потерь в обмотке возбуждения $\Delta P_{\text{в}}$ берется в процентах от потребляемой двигателем мощности.

Мощность потерь в цепи якоря $\Delta P_{\text{я}}$ берется в процентах от суммарной мощности потерь в электродвигателе.

1 Номинальный момент вычисляется:

– если $P_{\text{НОМ}}$ берется в Вт,

$$M_{\text{НОМ}} = 9,55 \frac{P_{\text{НОМ}}}{n_{\text{НОМ}}};$$

– если $P_{\text{НОМ}}$ берется в кВт,

$$M_{\text{НОМ}} = 9550 \frac{P_{\text{НОМ}}}{n_{\text{НОМ}}}.$$

2 Ток, потребляемый двигателем из сети, определяется выражением:

$$P_{\text{НОМ}} = \frac{P_1}{\eta_{\text{НОМ}}}, \quad \text{где } P_1 = \frac{P_{\text{НОМ}}}{\eta_{\text{НОМ}}}.$$

3 Ток в цепи возбуждения

$$I_{\text{в}} = \frac{\Delta P_{\text{в}}}{U_{\text{НОМ}}}, \quad \text{где } \Delta P_{\text{в}} = \frac{\Delta P_{\text{в}}}{100} \cdot P_1;$$

ток якоря

$$I_{\text{я}} = \frac{P_1 - \Delta P_{\text{в}}}{U_{\text{НОМ}}}.$$

4 Сопротивления цепей якоря и возбуждения определяются из выражений:

$$R_{\text{в}} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{I_{\text{в}}}; \quad R_{\text{я}} = \frac{\Delta P_{\text{я}}}{I_{\text{я}}^2},$$

где $\Delta P_{\text{я}} = \frac{\Delta P_{\text{я}}}{100} \sum \Delta P$; $\sum \Delta P = P_1 - P_{\text{НОМ}}$; $\sum \Delta P$ – суммарные потери электродвигателя.

Для выполнения пункта 6 удобно воспользоваться табл. 4.

Таблица 4

№ строки	$I_{\text{я}}$	$0,25I_{\text{яНОМ}}$	$0,5I_{\text{яНОМ}}$	$0,75I_{\text{яНОМ}}$	$1,0I_{\text{яНОМ}}$	$1,25I_{\text{яНОМ}}$
1	P_1					
2	$\sum \Delta P$					
3	$P_{\text{НОМ}}$					
4	η					
5	n					
6	M					

В табл. 4:

1) $P_1 = I_{\text{я}} U_{\text{НОМ}} + \Delta P_{\text{в}};$

2) $\sum \Delta P = \Delta P_{\text{маг}} + \Delta P_{\text{мех}} + \Delta P_{\text{в}} + \Delta P_{\text{я}},$ где $\Delta P_{\text{я}} = I_{\text{я}}^2 R_{\text{я}};$
 $\Delta P_{\text{маг}} + \Delta P_{\text{мех}} = \sum \Delta P - \Delta P_{\text{в}} - \Delta P_{\text{яНОМ}},$ где $\Delta P_{\text{яНОМ}} = I_{\text{яНОМ}}^2 R_{\text{я}};$

3) $P_{\text{НОМ}} = P_1 - \sum \Delta P,$ т.е из значений P_1 в первой строке вычитаются значения $\sum \Delta P$ из второй;

4) $\eta = \frac{P_{\text{НОМ}}}{P_1},$ значения $P_{\text{НОМ}}$ из строки 3 делятся на значение P_1 из первой строки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Пример оформления титульного листа

Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО Тамбовский государственный технический университет

Кафедра
«Электрооборудование и автоматизация»

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ (КОНТРОЛЬНАЯ) РАБОТА
ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

Вариант №

Выполнил(а) студент группы №

Ф.И.О.

Проверил преподаватель

Ф.И.О.

Тамбов 200__ г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Электротехника / Под ред. В.Г. Герасимова. М.: Высшая школа, 1993. 480 с.
- 2 Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. М.: Энергоатомиздат, 2003. 542 с.
- 3 Иванов И.И., Соловьев Г.И., Равдоник В.С. Электротехника. СПб.: «Лань», 2003. 496 с.
- 4 Электротехника / Под ред. В.С. Пантюшина. М.: Высшая школа, 1976. 560 с.
- 5 Иванов А.А. Справочник по электротехнике. Киев: Вища школа, 1976. 360 с.
- 6 Волынский Б.А., Зейн Е.Н., Шатерников В.Е. Электротехника. М.: Энергоатомиздат, 1987. 525 с.
- 7 Кацман М.М. Электрические машины. М.: Высшая школа, 2000. 463 с.

